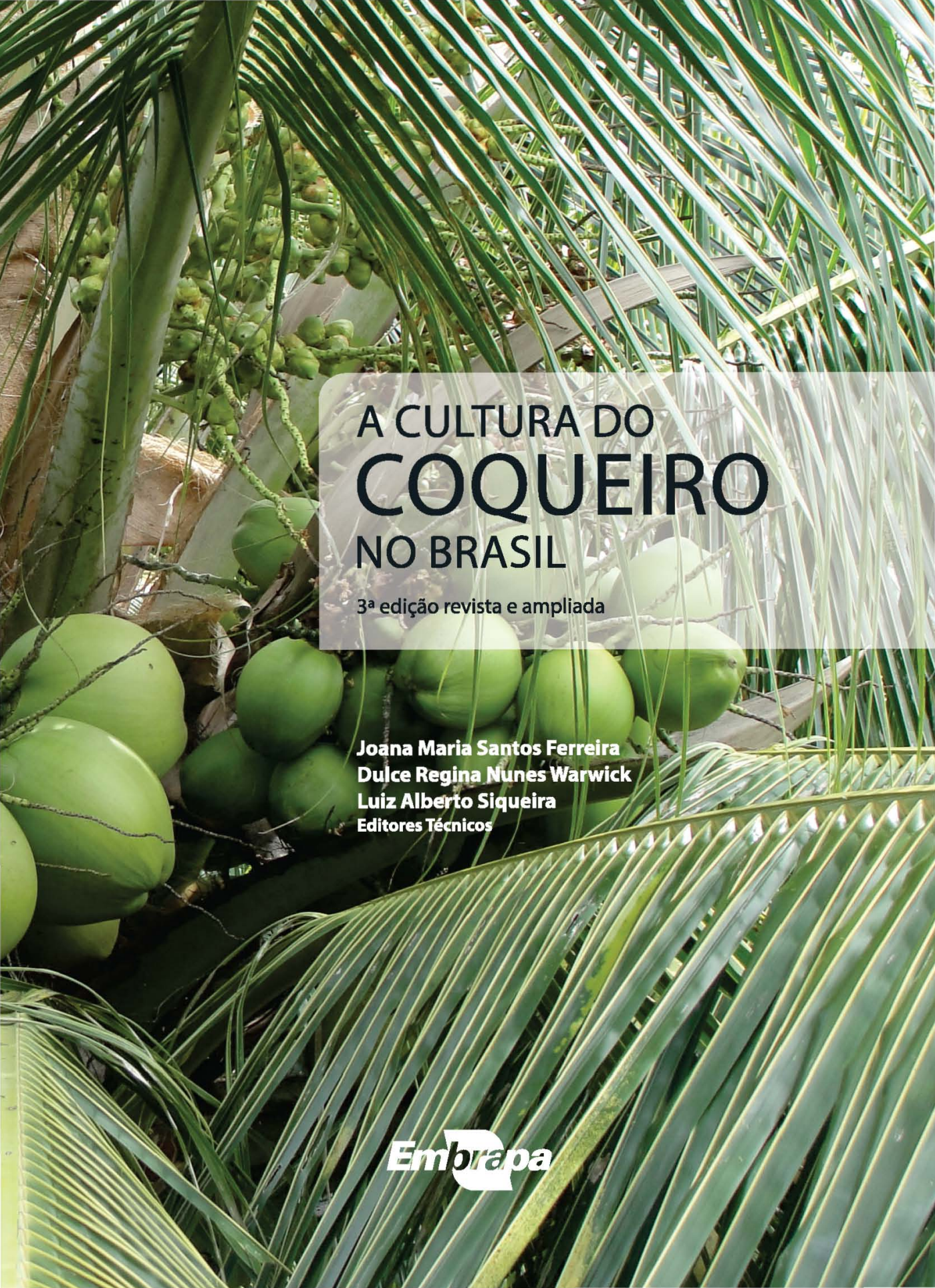


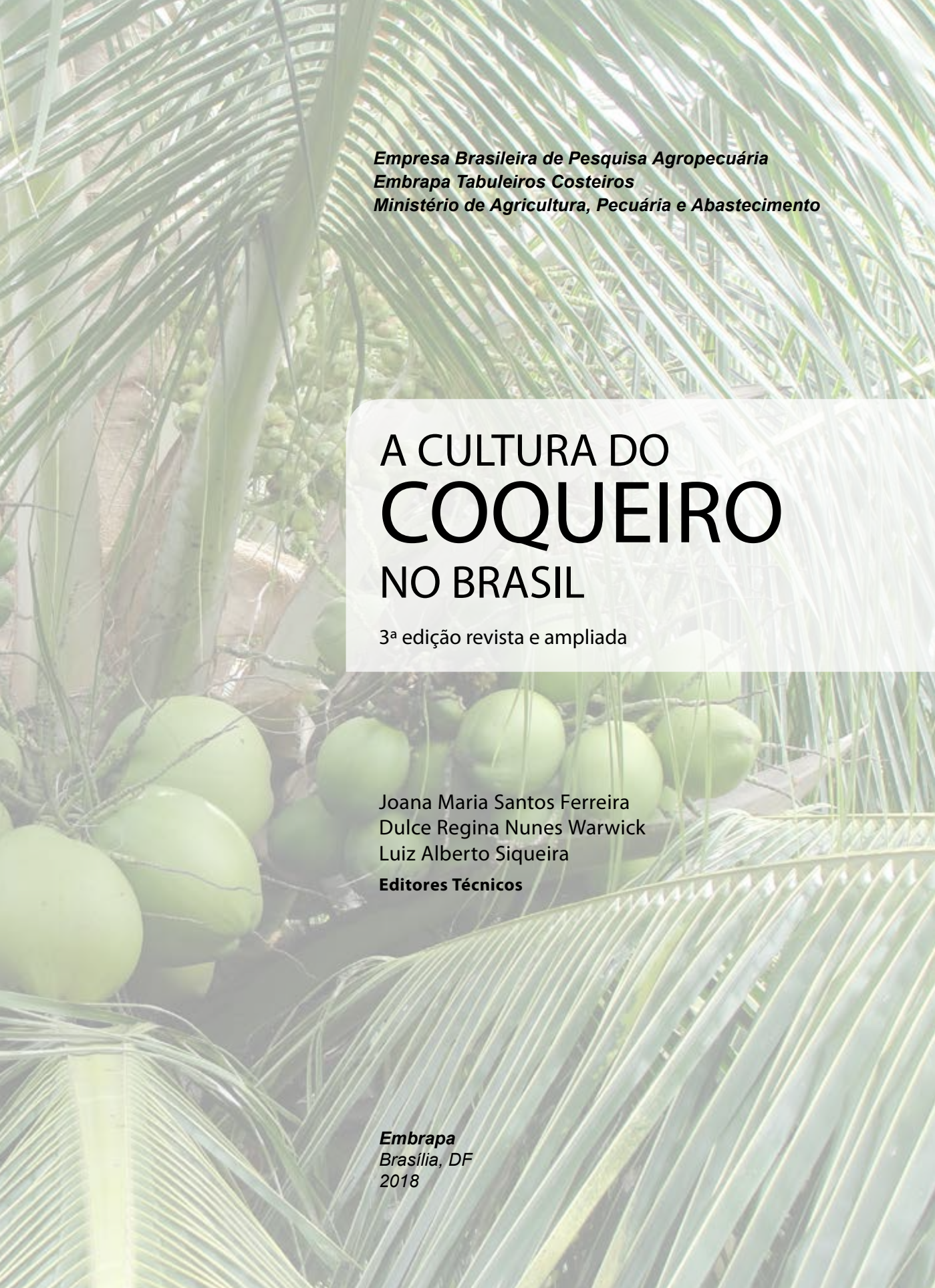


A CULTURA DO **COQUEIRO** NO BRASIL

3ª edição revista e ampliada

Joana Maria Santos Ferreira
Dulce Regina Nunes Warwick
Luiz Alberto Siqueira
Editores Técnicos

Embrapa



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

A CULTURA DO **COQUEIRO** NO BRASIL

3ª edição revista e ampliada

Joana Maria Santos Ferreira
Dulce Regina Nunes Warwick
Luiz Alberto Siqueira
Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2018

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Av. Beira Mar, nº 3.250, Bairro Jardins
49025-040 Aracaju, SE
Fone: (79) 4009-1300
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Unidade responsável pelo conteúdo
Embrapa Tabuleiros Costeiros

Comitê Local de Publicações

Presidente
Ronaldo Souza Resende

Secretário-Executivo
Marcus Aurélio Soares Cruz

Membros
Amaury da Silva dos Santos
Ana da Silva Lédo
Anderson Carlos Marafon
Joézio Luiz dos Anjos
Julio Roberto Araújo de Amorim
Lizz Kezzy de Moraes
Luciana Marques de Carvalho
Tânia Valeska Medeiros Dantas
Viviane Talamini

Embrapa
Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
www.embrapa.br/livraria
livraria@embrapa.br

Responsável pela edição
Secretaria-Geral

Coordenação editorial
Alexandre de Oliveira Barcellos
Heloiza Dias da Silva
Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial
Erika do Carmos Lima Ferreira

Revisão de texto
Ana Maranhão Nogueira
Corina Barra Soares

Normalização bibliográfica
Iara Del Fiaco Rocha (CRB 1/2169)
Rejane Maria de Oliveira

Projeto gráfico e capa
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Joana Maria Santos Ferreira

1ª edição
1ª impressão (1994): 1.700 exemplares

2ª edição
1ª impressão (1998): 3.000 exemplares
2ª impressão (1998): 2.000 exemplares
3ª impressão (2013): 2.000 exemplares

3ª edição
1ª impressão (2018): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa

A cultura do coqueiro no Brasil / Joana Maria Santos Ferreira, Dulce Regina Nunes Warwick, Luiz Alberto Siqueira, editores técnicos. – 3. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.
508 p. : il. ; 18,5 cm x 25,5 cm.

ISBN 978-85-7035-845-5

1. Aspecto econômico. 2. Cultivo. 3. Melhoramento genético. 4. Ecofisiologia. 5. Morfologia. I. Título.

CDD 634.61

Rejane Maria de Oliveira (CRB-1/2913)

© Embrapa, 2018

Editores técnicos

Joana Maria Santos Ferreira

Engenheira-agrônoma, mestre em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Dulce Regina Nunes Warwick

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Luiz Alberto Siqueira

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador aposentado da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

Autores

Adenir Vieira Teodoro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, AL

Alinne Oliveira Nunes de Azevedo

Bióloga, mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, Campos dos Goytacazes, RJ

Ana da Silva Lédo

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Carina Mendes Loiola

Engenheira-agrônoma, doutorado em Fitotecnia, Feira de Santana, BA

Carlos Roberto Martins

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Chhatthoo Ram (in memoriam)

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitopatologia, pesquisador aposentado da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Cíntia Passos Castro

Bióloga, mestre em Agroecossistemas, professora da Secretaria do Estado de Educação do Governo de Sergipe, Aracaju, SE

Dalva Luiz de Queiroz

Engenheira florestal, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Dulce Regina Nunes Warwick

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Edmar Ramos de Siqueira

Engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Edna Castilho Leal

Engenheira-agrônoma, mestre em Fitopatologia, pesquisadora aposentada da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Edson Eduardo Melo Passos

Biólogo, mestre em Biologia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Emiliano Fernandes Nassau Costa

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Evandro Almeida Tupinambá

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador aposentado da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

Fábio Rodrigues de Miranda

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia de Biosistemas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Fernando Luis Dutra Cintra

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Francisco Elias Ribeiro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Humberto Rollemberg Fontes

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Inácio de Barros

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Ciências Agrárias, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Joana Maria Santos Ferreira

Engenheira-agrônoma, mestre em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

João Bosco Vasconcelos Gomes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Floresta, Colombo, PR

José Inácio Lacerda Moura

Engenheiro florestal, doutor em Entomologia Agrícola, pesquisador da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/Centro de Pesquisas do Cacau (Ceplac/Cepecc), Itabuna, BA

Julio Roberto Araujo de Amorim

Engenheiro-agrônomo, mestre em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Kamila Marcelino Brito Sobral

Bióloga, doutora em Recursos Genéticos Vegetais, professora da Secretaria de Estado da Educação, Aracaju, SE

Lafayette Franco Sobral

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Leandro Eugênio Cardamone Diniz

Biólogo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Lindáurea Alves de Souza

Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora aposentada da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Luis Carlos Nogueira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola e Biológica, pesquisador da Embrapa Cocais, São Luís, MA

Manuel Alberto Gutierrez Cuenca

Economista, mestre em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Maria Urbana Corrêa Nunes

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Miguel Ferreira de Lima

Engenheiro-agrônomo, mestre em Entomologia, pesquisador aposentado da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Orlando Monteiro Carvalho Filho

Engenheiro-agrônomo, mestre em Nutrição Animal, pesquisador aposentado da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Regina Beatriz Bernd

Bióloga, doutora em Ciências Biológicas, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Roland Bourdeix

Ph.D. em Genética e Melhoramento, pesquisador do Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad), Montpellier, France

Ronaldo Souza Resende

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Semíramis Rabelo Ramalho Ramos

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Sérgio de Oliveira Procópio

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Valdemício Ferreira de Sousa

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

Viviane Talamini

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Wilson Menezes Aragão

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador aposentado da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Apresentação

No cenário mundial, o Brasil figura como o quarto maior produtor de coco e o primeiro das Américas. No País, o cultivo do coqueiro ocorre, tradicionalmente, em toda a costa litorânea brasileira. A região da Baixada Litorânea e dos Tabuleiros Costeiros oferecem condições edafoclimáticas adequadas para o desenvolvimento dessa palmácea. No entanto, nas últimas décadas a expansão do seu cultivo, principalmente o da cultivar Anão Verde, menos tolerante às condições de estresses hídricos, para regiões com precipitação pluvial inferior a 1.500 mm, tem tornado a exploração da cultura nessas áreas dependente de irrigação para suprimento de suas necessidades hídricas.

O cultivo do coqueiro é uma atividade que gera renda e divisas para os estados produtores e para o País. Além disso, os seus diversos usos promovem o bem-estar do ser humano e a sustentabilidade do meio ambiente. Trata-se de uma cultura que alcança desde o produtor familiar, com áreas inferiores a 10 ha, até os grandes complexos empresariais da indústria de transformação. Conhecida como a árvore da vida, possui múltiplos usos: na culinária, no artesanato, na indústria farmacêutica, nas indústrias de alimentos e de cosméticos, no paisagismo e no turismo do Nordeste.

Com a crescente demanda por produtos derivados do coco, registrou-se, nas últimas décadas no Brasil, a expansão da área de cultivo do coqueiro nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste, o que exigiu o uso de novas tecnologias de cultivo, principalmente cultivares mais produtivas, irrigação localizada, nutrição adequada e equipamentos de proteção que garantam o pleno desenvolvimento da cultura e o retorno do capital investido. Concomitantemente, acelerou-se a ampliação do parque industrial nacional com a implantação de unidades de processamento integral do coco, especificamente a de água de coco-verde para atendimento aos novos mercados.

Os temas abordados nesta obra abrangem diversas áreas do conhecimento, com contribuições relevantes para os que labutam na exploração desta cultura, a qual, em termos de rusticidade, não se compara com outras, seja na presença de um solo pobre, seja diante do abandono temporário, do estresse abiótico ou do ataque de pragas. Somente as doenças letais e a especulação imobiliária são capazes de parar o seu crescimento.

O conjunto dos capítulos deste livro oferece ao leitor um consistente trabalho acerca da história do coqueiro e de sua evolução no mundo e no território.

rio nacional, sua importância econômica e social como uma cultura de ciclo perene e sua adaptabilidade diante da diversidade edafoclimática. Além disso, apresenta informações a respeito das cultivares exóticas e adaptadas preservadas no Banco de Germoplasma, das novas cultivares registradas e em desenvolvimento, bem como das práticas de manejo, adubação, irrigação, fertirrigação, proteção fitossanitária e colheita e pós-colheita.

O esforço conjunto dos autores de várias Unidades Descentralizadas de Pesquisa da Embrapa e de outras organizações de pesquisa parceiras busca atualizar e reunir, numa só obra, as informações existentes na literatura e os resultados de pesquisas com a cultura do coqueiro realizadas, durante as últimas 3 décadas e meia, no Brasil. Por fim, a Embrapa Tabuleiros Costeiros tem a satisfação em disponibilizar para a sociedade a presente obra, de forma sistematizada e enriquecida de conhecimentos sobre a cultura do coqueiro, para que sirva como fonte de referência para acadêmicos, profissionais e, principalmente, produtores e demais atores envolvidos na cadeia produtiva do coco.

Marcelo Ferreira Fernandes

Chefe-Geral da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Prefácio

Vinte anos se passaram desde o lançamento da primeira edição do livro *Cultura do coqueiro no Brasil*. Durante esse período, foi muito gratificante observar a utilização da obra por produtores, pesquisadores, estudantes e professores nos diferentes rincões do País. Com muita satisfação, logo em 1998, uma segunda edição foi elaborada, a qual incorporava novas tecnologias que atendessem a demanda da cultura, que se expandia para regiões além de suas fronteiras tradicionais de cultivo.

Atualmente, a cocoicultura nacional é pautada na produção de coco-seco, matéria-prima tradicional para a indústria de alimentos, bem como na produção de coco-verde para o consumo de água, in natura ou industrializada, cuja comercialização se expande cada dia mais até mesmo com exportação crescente para o Hemisfério Norte. Esse aumento na demanda tem fortalecido a instalação de grandes empreendimentos agrícolas e industriais e de novos plantios que enfrentam novos desafios no tocante às adversidades de clima e de solo, escassez de recursos genéticos, problemas de cultivo e pós-colheita, pragas e doenças até então de pouca ou nenhuma importância econômica.

Os tópicos abordados nesta terceira edição englobam os conhecimentos acumulados por meio da experiência dos autores fundadores da Empresa e da visão acadêmica de autores recém-ingressados na Embrapa, os quais darão continuidade a esse legado de tecnologias que tanto tem contribuído para os avanços da cultura do coqueiro, no que se refere à adaptabilidade, à produtividade, à produção, à utilização e ao mercado.

Esse somatório de experiências está sendo disponibilizado em 22 capítulos, distribuídos em seis partes, nos quais os conhecimentos básicos e os avanços tecnológicos que norteiam a exploração racional da cultura do coqueiro no Brasil encontram-se compilados de maneira didática e bastante simples, mantendo a mesma objetividade das edições anteriores.

Trata-se de uma obra direcionada ao estudante, ao professor, aos técnicos e, em especial, ao produtor de coco, bem como ao público que demonstra interesse em conhecer mais sobre a “árvore da vida”.

Dedicamos esta obra a todos aqueles que, direta ou indiretamente, preocupam-se com a sustentabilidade e o desenvolvimento da cultura do coqueiro no País.

Os editores

Sumário

11	Parte 1 – ECONOMIA
13	Capítulo 1 Panorama da produção e comércio mundial
25	Capítulo 2 Importância e evolução da cocoicultura no Brasil
47	Capítulo 3 Mercado e cadeia produtiva
65	Capítulo 4 Aspectos econômicos
79	Parte 2 – MORFOLOGIA, ECOFISIOLOGIA E SOLOS
81	Capítulo 1 Morfologia
91	Capítulo 2 Ecofisiologia
101	Capítulo 3 Atributos do solo e aptidão das terras
115	Parte 3 – RECURSOS GENÉTICOS E MELHORAMENTO
117	Capítulo 1 Recursos genéticos
149	Capítulo 2 Melhoramento genético
179	Capítulo 3 Desenvolvimento de cultivares
227	Capítulo 4 Biotecnologia aplicada

239	Parte 4 – MANEJO CULTURAL, NUTRIÇÃO E IRRIGAÇÃO
241	Capítulo 1 Produção de mudas e implantação
259	Capítulo 2 Manejo e tratos culturais
283	Capítulo 3 Manejo de solo e de água e sistema radicular
301	Capítulo 4 Nutrição e adubação
315	Capítulo 5 Irrigação
345	Capítulo 6 Fertirrigação
359	Parte 5 – FITOSSANIDADE
361	Capítulo 1 Insetos-praga
429	Capítulo 2 Ácaros-praga
447	Capítulo 3 Principais doenças
479	Parte 6 – COLHEITA E PÓS-COLHEITA
481	Capítulo 1 Colheita, armazenamento e transporte
495	Capítulo 2 Coprodutos do coqueiro: matéria-prima x sustentabilidade ambiental

PARTE 1

Economia



Capítulo 1

Panorama da produção e comércio mundial

Carlos Roberto Martins

Manuel Alberto Gutiérrez Cuenca

Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera* L) é uma das frutíferas mais encontradas e difundidas naturalmente no globo terrestre, ocorrendo em praticamente todos os continentes. Em virtude dessa dispersão e adaptabilidade, seu cultivo e sua utilização se dão de forma expressiva em todo o mundo, com os mais variados produtos, tanto de forma in natura quanto processada e industrializada.

O coqueiro é originário das ilhas de clima tropical e subtropical do Oceano Pacífico, sendo o Sudeste Asiático sua principal referência de centro de origem e diversidade. Seu cultivo se estendeu também à América Latina, Caribe e África Tropical. Atualmente, o coqueiro encontra-se em mais de 200 países, predominando em grandes plantios entre os paralelos 23° N e 23° S (Foale; Harries, 2009).

A exploração comercial do coqueiro se restringe aproximadamente a 90 países, onde há melhores condições de cultivo, como: solos arenosos, intensa radiação solar, umidade e boa precipitação. A evolução tecnológica e o avanço de técnicas de cultivo adequadas aos novos preceitos

da sociedade vêm possibilitando, principalmente em agroecossistemas frágeis, a inserção de pequenos produtores em melhores condições de vida em diversas regiões do mundo. Ressalta-se que cerca de 90% da produção de coco do mundo advém de mais de 11 milhões de produtores, a maioria de pequenos agricultores, com áreas de até 5 ha, sendo que essa produção é praticamente consumida internamente nos países produtores (Adkins et al., 2006). O Brasil apresenta cenário similar, onde cerca de 74% da exploração de coqueiro dá-se em propriedades de até 10 ha (Martins; Jesus Júnior, 2014).

O cultivo do coco se destaca em muitos países não apenas pelos aspectos econômicos, mas também pelos ganhos sociais e ambientais advindos pela exploração sustentável da cultura. A gama de produtos que podem ser explorados com essa frutífera a torna reconhecida mundialmente como recurso vegetal vital à humanidade.

Nos últimos anos, houve intensificação de áreas de cultivo e de produção em várias partes do mundo. No Brasil, o avanço da cultura ocorre não só pela evolução em patamares produtivos, que condicionam ao País lugar de destaque entre os maiores produtores mundiais, mas também pela expansão da área cultivada, principalmente em regiões não tradicionais.

Evolução da produção mundial

Na última década, o cultivo mundial do coqueiro registrou acréscimo na produção

sem alteração substancial de área de plantio e também de colheita. De acordo com a FAO (2016), em 1998 a produção mundial foi ao redor de 49 milhões de toneladas, numa área colhida de 11,2 milhões de hectares, enquanto que no ano de 2013 a produção foi aproximadamente de 62 milhões de toneladas em uma área aproximada de 12 milhões de hectares, representando um incremento de produtividade próximo de 62% em termos globais.

No ano de 2013, mais de 70% da área plantada com coqueiro situava-se na Ásia (Índia, Filipinas, Indonésia, Sri Lanka e Tailândia) e o restante, distribuída entre África, América Latina, Oceania e Caribe (FAO, 2016). A Indonésia destaca-se como o maior produtor mundial de coco, seguida pelas Filipinas e pela Índia; entretanto, em área colhida, as Filipinas destacam-se com uma maior área cultivada (Tabela 1).

É importante destacar o avanço desta cultura no Brasil: em 1990 o País ocupava a décima posição no ranking mundial, com uma produção ao redor de 477 mil toneladas de coco em aproximadamente 215 mil hectares plantados. Em 2013, o País era o quarto maior produtor mundial com uma produção aproximada de 2,8 milhões de toneladas, em uma área colhida de 257 mil hectares de coqueiros. Além do aumento da área cultivada, a maior contribuição para essa evolução ocorre em termos de produtividade, aproximadamente 11 t ha^{-1} , que atualmente é a maior entre os principais países produtores de coco. Essa condição de destaque do Brasil no cenário mundial de produção de coco se sobressai ainda mais quando comparada aos países da América do Sul, região na qual a produção brasileira é responsável por mais de 80% (Tabela 2).

Tabela 1. Produção e área colhida dos principais países produtores de coco, em 2013.

País	Produção (t)	Área colhida (ha)	Produtividade (t ha^{-1})
Indonésia	18.300.000	3.000.000	6,10
Filipinas	15.353.200	3.550.491	4,32
Índia	11.930.000	2.159.000	5,53
Brasil	2.889.286	257.462	11,22
Sri Lanka	2.513.680	394.836	6,37
Vietnã	1.303.826	136.206	9,57
Papua Nova Guiné	1.207.500	220.000	5,49
México	1.064.400	165.000	6,45
Tailândia	1.010.033	208.603	4,84
Malásia	624.727	87.974	7,10
Outros	5.988.661	1.876.766	3,19
Mundo	62.185.313	12.056.338	5,15

Fonte: FAO (2016).

Tabela 2. Produção e área colhida dos principais países produtores de coco na América do Sul, em 2013.

País	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (t ha ⁻¹)
Brasil	257.462	2.889.286	11,22
Venezuela	13.430	148.403	11,05
Colômbia	16.189	114.828	7,09
Guiana	17.000	75.350	4,43
Peru	2.454	34.593	14,09
Equador	3.300	17.500	5,30
Suriname	953	10.786	11,31
Guiana Francesa	70	360	5,14
América do Sul	310.858	3.292.106	10,59

Fonte: FAO (2016).

A posição de liderança do Brasil deve-se ao incremento tecnológico em quesitos como: adubação, sistemas intensivos de cultivos e variedades melhoradas, que propiciaram aumento da produtividade. Outro fator importante foi o avanço da fronteira agrícola com cultivo de coqueiros do tipo anão e híbridos (Martins; Jesus Júnior, 2014).

Evolução da produção

Nos últimos anos, a produção mundial de coco aumentou consideravelmente. No período de 1980 a 1990, a produção mundial de coco era de aproximadamente 30 milhões de toneladas; em 2013, a produção praticamente duplicou, estando ao redor de 62 milhões de toneladas de frutos, enquanto a área destinada à colheita aumentou apenas 30%, ou seja, a superfície utilizada para o cultivo de coco passou de 8,7 milhões de hectares em 1980, para 12 milhões de hectares cultivados em 2013 (FAO, 2016).

Historicamente, pouco mais de 70% da produção mundial de coco está concentrada em três países asiáticos: Indonésia (29,4%), Filipinas (24,6%) e Índia (19,1%). Na Figura 1, pode-se observar o crescimento da produção nos principais países produtores de coco. Considerando a produção dos últimos 30 anos, com exceção da Malásia e de Papua Nova Guiné, os demais países aumentaram nitidamente a sua produção. Porém, a evolução mais significativa em termos produtivos ocorreu no Brasil, com produção média de 365 mil toneladas no período de 1980-1990, alcançando na década de 2000-2010 o volume de 2,8 milhões de toneladas, o que representa um acréscimo aproximado de 380%. Tal resultado é superior ao alcançado pela Indonésia (88%), Filipinas (82%) e Índia (93%), como pode ser observado na Figura 1. Embora a produção brasileira venha crescendo, o País é responsável por apenas aproximadamente 5% da produção mundial de coco.

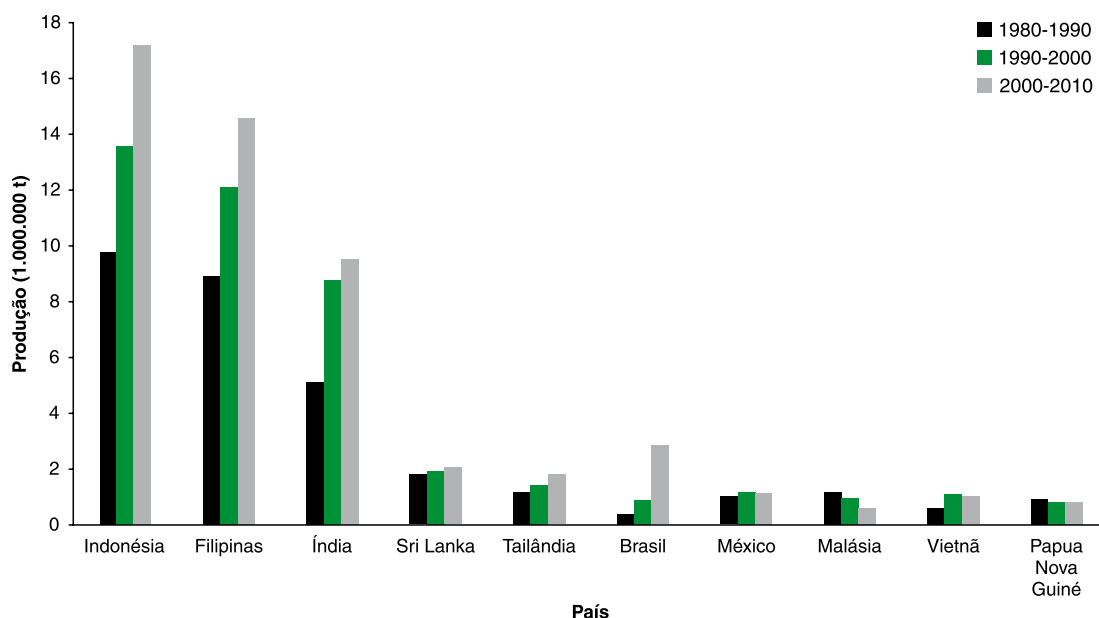


Figura 1. Evolução da produção de coco (t) nos principais países nas décadas de 1980-1990, de 1990-2000 e de 2000-2010.

Fonte: FAO (2016).

Com relação à área destinada à colheita de coco no mundo, o que se constata nas últimas décadas é uma variação entre os principais países que se dedicam ao cultivo de coqueiro. Pode-se observar na Figura 2 que países como a Indonésia, a Índia, a Tanzânia e o Brasil aumentaram suas áreas exploradas nestas últimas décadas, enquanto que Tailândia, Malásia e Papua Nova Guiné reduziram sua área de colheita. Já o México e Sri Lanka vêm mantendo a superfície de cultivo.

A produção mundial da copra de coco está concentrada historicamente em três países asiáticos: Filipinas, Indonésia e Índia, que são responsáveis por 79% da produção mundial desse subproduto. O Brasil é um país sem tradição na produção de copra de coco, como pode ser observado na Tabela 3.

Comércio internacional

Apesar de o coqueiro ser cultivado em toda a zona intertropical, o maior percentual do comércio nas últimas três décadas pertence ao continente asiático. Fato facilmente observado quando se analisa o mercado dos maiores países exportadores e importadores de coco (tanto a copra quanto o coco desidratado).

O maior importador de coco fresco é a China, com aproximadamente 42% da fatia do mercado, seguido pelos Estados Unidos, Tailândia, Emirados Árabes Unidos, Malásia, e Cingapura. Esses países perfizeram 75% do mercado importador mundial em 2013 (Figura 3).

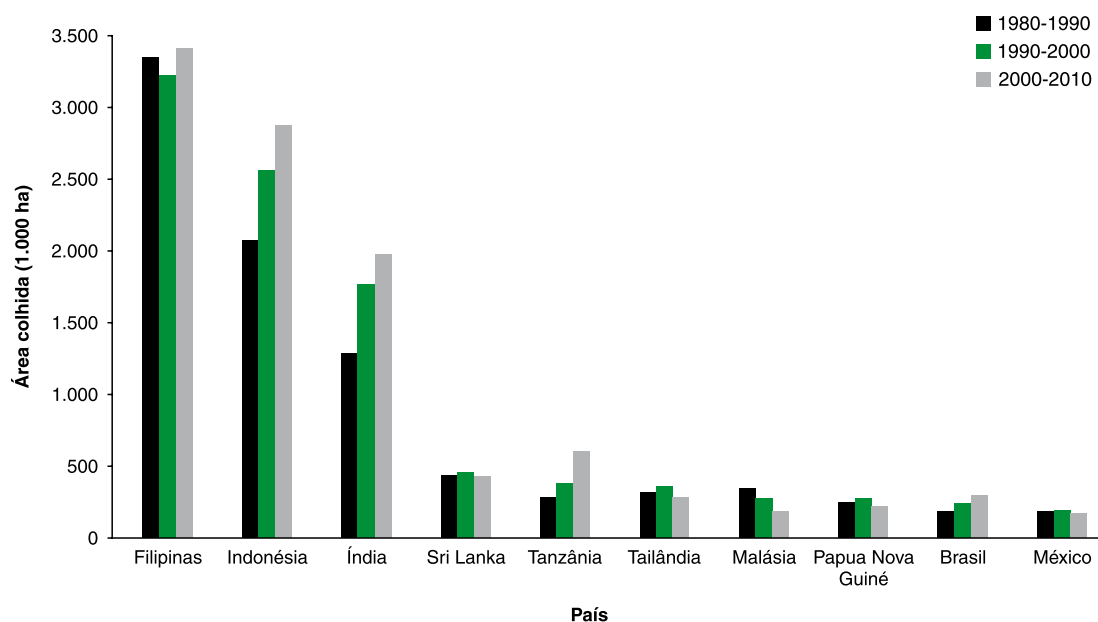


Figura 2. Evolução da área colhida média (ha) de coco nos principais países nas décadas de 1980-1990, de 1990-2000 e de 2000-2010.

Fonte: FAO (2016).

Tabela 3. Evolução da produção mundial de copra de coco nos períodos de 1980, 1990, 2000, 2010. Participação em percentual dos principais países produtores.

País	Copra de coco (t)							
	1980	(%)	1990	(%)	2000	(%)	2010	(%)
Filipinas	1.112,0	41,30	1.462,0	43,50	1.358,0	40,10	1.913,0	47,90
Indonésia	585,0	21,70	759,0	22,60	778,0	23,00	861,0	21,50
Índia	227,0	8,40	288,0	8,50	420,0	12,40	412,0	10,30
México	93,0	3,40	126,0	3,70	125,0	3,60	131,0	3,30
Vietnã	37,0	1,30	119,0	3,50	144,0	4,20	163,0	4,10
Sri Lanka	62,0	2,30	74,0	2,20	44,0	1,30	65,0	1,60
Malásia	76,0	2,80	32,0	0,90	53,0	1,50	45,0	1,10
Alemanha	36,0	1,30	44,0	1,30	46,0	1,30	64,0	1,60
Papua Nova Guiné	37,0	1,30	32,0	0,90	55,0	1,60	52,0	1,30
Tailândia	30,0	1,10	42,0	1,20	55,0	1,60	31,0	0,80
Brasil	1,2	0,04	1,7	0,05	1,9	0,05	2,0	0,05
Mundo	2.694,0	100,00	3.358,0	100,00	3.381,0	100,00	3.987,0	100,00

Fonte: FAO (2016).

Segundo a Secex (Brasil, 2011), em 2008 o Brasil importou 3,6 mil toneladas de coco ralado, quantidade que aumentou para 5,3 mil toneladas no ano seguinte. Os principais fornecedores têm sido a Indonésia (responsável por praticamente metade das compras do setor), seguida pelas Filipinas e pelo Vietnã.

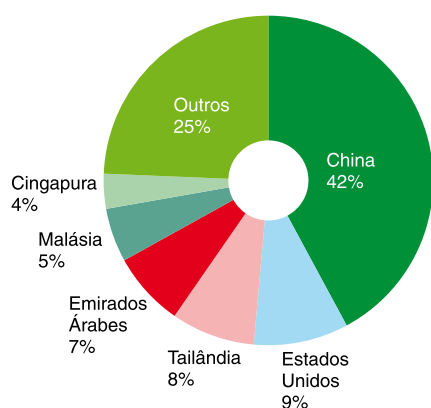


Figura 3. Participação dos maiores países importadores de coco fresco.

Fonte: FAO (2016).

O Brasil, apesar de ser um grande produtor, vem historicamente importando coco-seco desidratado de outros países, fato que tem gerado a queda de preços no mercado nacional em virtude de subsídios que esses países oferecem à cadeia produtiva de coco. As primeiras importações brasileiras foram realizadas visando atender principalmente a demanda da indústria de alimentos e de processamento, face à redução temporária ocasionada pelas quebras de safras. Entretanto, esse procedimento, de forma paulatina, acabou se transformando em prática permanente devido aos significativos lucros alcançados (Porto, 2009).

Não só por permitir a evasão de divisas, a importação de coco proporciona ainda mais a desestruturação da cocoicultura nacional, diminuindo empregos, preços e desestimulando produtores.

Em 2002, as importações de coco-seco foram submetidas a cotas estipuladas pelo governo federal, em virtude da medida de salvaguarda aplicada para restringir as quantidades importadas. Em 2006, essa medida de defesa comercial foi prorrogada por mais 4 anos, expirando-se em 2010. Atentos a essa situação – estagnada e preocupante – órgãos do governo emitiram em 27 de julho de 2010, através da Resolução 51, no Diário Oficial da União nº 143, Seção 1 de 28 de julho de 2010, nova prorrogação de medida de salvaguarda, porém, dessa vez por um período menor, até 2012. De acordo com Fontes e Wanderley (2010), com o término dessa medida e pelo menor preço do produto no mercado internacional, as importações poderiam ocorrer de maneira expressiva, com consequências sérias à cadeia produtiva do coco, principalmente aos pequenos produtores. Essas medidas perduraram por 10 anos e foram extintas no último dia 31 de agosto de 2012, possibilitando assim, a partir dessa data, a importação livre do coco ralado. De acordo com Wanderley e Lopes (2009), essa situação desencadeou uma concorrência desleal, devido aos produtos que chegam ao Brasil estarem sendo subsidiados pelos países de origem.

Mesmo com essa medida restritiva, a importação de coco vem evoluindo ao longo dos anos, como pode ser observado a partir de

2005, com algo próximo de 1,2 toneladas, alcançando 17,6 toneladas de coco fresco ou seco, com e sem casca, em 2014 (Tabela 4). A Indonésia é o principal exportador de coco para o Brasil, seguido das Filipinas, do Vietnã e de Sri Lanka.

Em relação ao mercado mundial de exportação, o que se constata é uma supremacia da Indonésia e do Vietnã, ambos perfazendo mais de 50% das exportações, seguidos da Índia, da Malásia e da Tailândia, que complementam 86% do mercado internacional (Figura 4).

Apesar de o Brasil configurar no mercado internacional como importador de coco, essencialmente coco-seco desidratado, há registros de exportação de coco-verde (fresco). De acordo com o Centro Internacional de Negócios do Ceará (2010), de 2002 até 2006, houve incremento de 19% nas exportações de coco fresco. No ano de 2006, o Brasil exportou para países como a Holanda, Canadá, Itália e Alemanha. Porém,

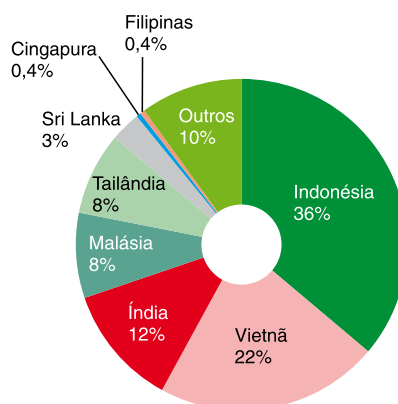


Figura 4. Participação dos maiores países exportadores de coco fresco.

Fonte: FAO (2016).

entre 2005 e 2014, o Egito, a Argentina e a Turquia vêm sistematicamente se destacando na importação do coco brasileiro, seja fresco ou seco, com ou sem casca, seguidos de países como Portugal, Paraguai, Uruguai e outros, como pode ser observado na Tabela 5.

As maiores transações internacionais envolvendo produtos do coqueiro ocorrem

Tabela 4. Procedência e volumes de importação brasileira de coco fresco ou seco (t), com e sem casca, de 2005 a 2014.

Países	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Indonésia	3.202	2.453	1.839	1.492	2.425	1.815	9.198	3.118	6.005	9.821
Filipinas	1.088	100	510	1.237	1.985	2.107	1.984	882	3.650	2.173
Vietnã	2.358	766	111	409	415	939	257	1.071	2.342	2.542
Sri Lanka	75	125	300	384	465	231	23	525	202	1.489
Tailândia	-(¹)	0	15	0	62	429	-	-	-	-
Cingapura	-	75	0	15	0	75	201	100	488	377
Outros	765	100	71	75	0	25	1.704	3.629	219	812
Total	7.488	3.619	2.846	3.612	5.353	5.621	13.367	9.325	12.906	17.214

(¹) Dados não encontrados.

Fonte: Agrianual (2011, 2012, 2016).

Tabela 5. Principais países de destino da exportação brasileira de coco fresco ou seco (t), com e sem casca, de 2005 a 2014.

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Argentina	141,0	110,0	130,0	167,2	168,0	115,0	121,0	116,0	140,0	87,0
EUA	27,1	24,5	13,4	12,2	11,0	3,0	-	-	-	-
Egito	115,0	256,0	278,0	226,0	348,0	212,0	448,0	614,0	764,0	798,0
Alemanha	⁽¹⁾	4,0	16,0	-	46,0	-	-	-	-	-
Paraguai	9,8	12,4	15,1	9,8	11,2	3,5	9,0	34,0	17,0	20,0
Portugal	67,8	37,3	31,2	99,4	79,9	94,0	14,0	32,0	7,0	25,0
Turquia	69,3	73,4	79,0	100,3	70,0	44,0	106,0	281,0	380,0	70,0
México	-	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-
Espanha	-	-	31,8	3,8	11,7	146,0	75,8	-	-	-
Uruguai	-	-	12,1	11,5	8,0	15,0	11,0	12,0	12,0	11,0
Outros	765,0	217,0	175,0	45,6	123,0	29,4	330,0	118,0	22,0	9,0
Total	1.195,0	730,6	738,0	654,0	809,0	654,0	1.038,0	1.207,0	1.341,0	1.020,0

⁽¹⁾ Dados não encontrados.

Fonte: Agrianual (2011, 2012, 2016).

com a comercialização de copra de coco (obtenção de óleo) e coco desidratado (coco ralado integral dessecado) (Chan; Elevitch, 2006). Os países que dominam o mercado exportador de copra de coco são praticamente os mesmos que figuram como maiores produtores, sendo eles: Filipinas, Indonésia e Malásia, com exceção da Holanda (Figura 5). A maioria dos demais países que figuram no mercado exportador atua mais como revendedora/processadora do que produtora, comercializando muitas vezes o excedente. Alguns dos principais países importadores de copra de coco para obtenção de óleo de coco destacam-se como grandes exportadores (Figura 6).

A comercialização de copra de coco no mundo cresceu em mais de 70% nas déca-

das de 1980 a 2010 (Tabela 6). A hegemonia nas exportações de copra de coco vem se mantendo ao longo desse período, ou seja, a exportação de copra de coco sendo majoritariamente realizada pelas Filipinas e pela Indonésia. Nesta última década, os Países Baixos e a Malásia duplicaram sua capacidade de exportação e elevaram seu status a grandes exportadores de copra de coco para obtenção de óleo (Tabela 6).

Quanto à importação de copra de coco nas décadas analisadas, observa-se o predomínio dos Estados Unidos como maior importador, muito embora o volume importado mantenha-se no mesmo patamar ao longo dessas 3 décadas, ou seja, ao redor de 468 mil toneladas de copra de coco (Tabela 7). Nos demais países, como Alemanha, Países Baixos, China e Malásia,

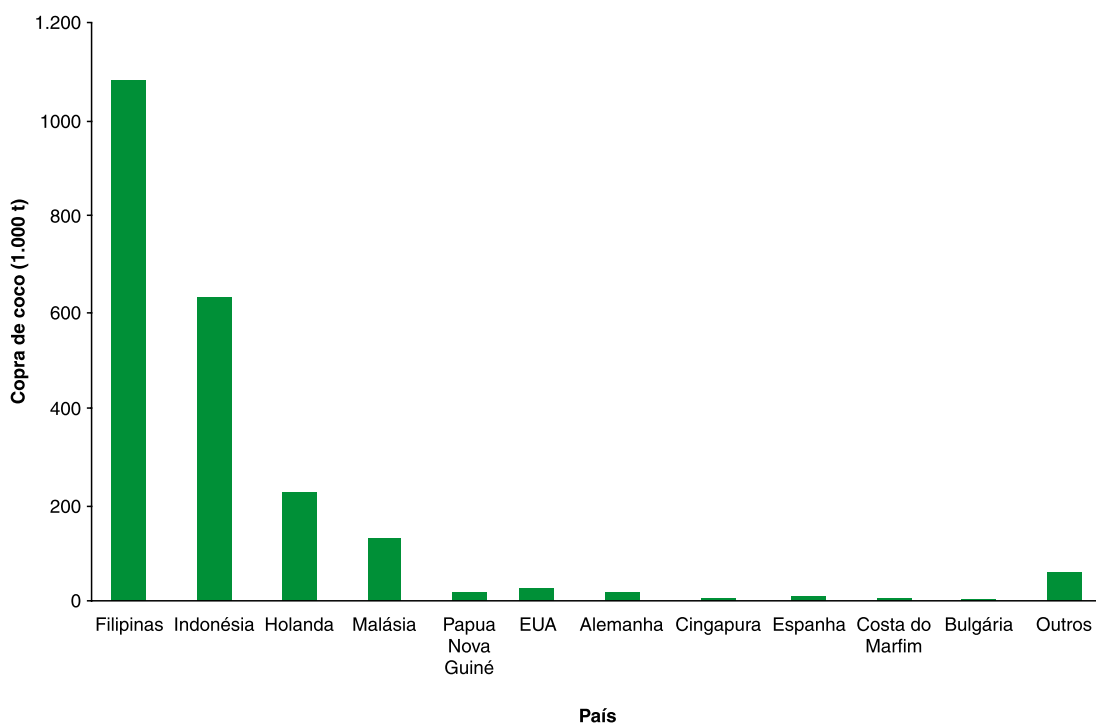


Figura 5. Principais países exportadores de copra de coco (óleo).

Fonte: FAO (2016).

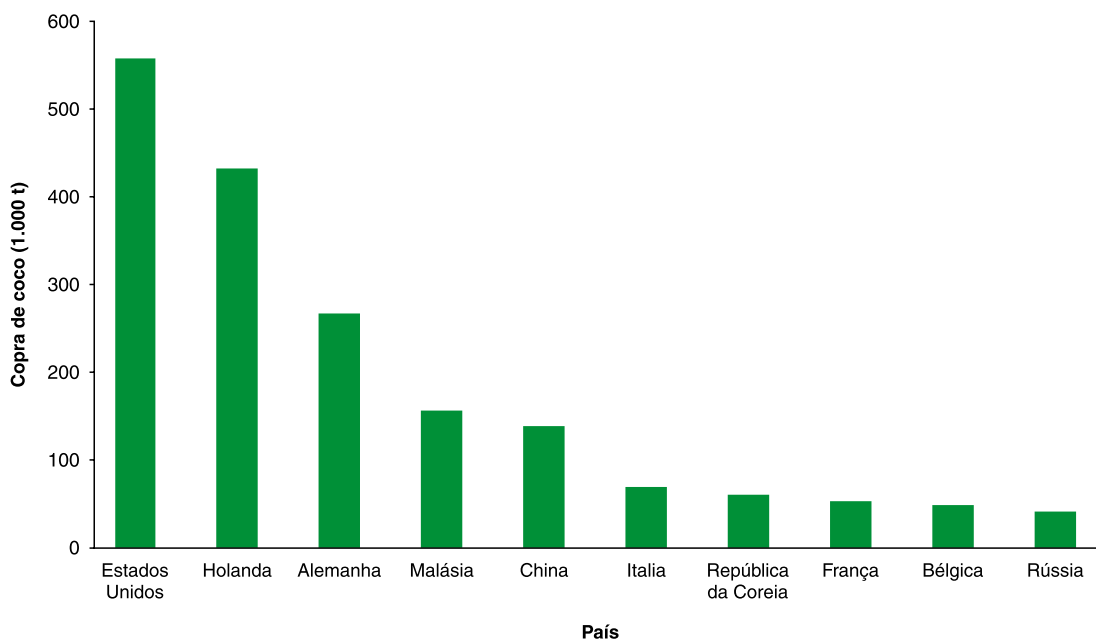


Figura 6. Principais países importadores de copra de coco (óleo).

Fonte: FAO (2016).

Tabela 6. Exportação em toneladas de copra de coco (óleo) nos principais países e no mundo na média das décadas 1980-1990, 1990-2000 e 2000-2010.

País	Exportação de copra de coco (óleo) (t)		
	1980–1990	1990–2000	2000–2010
Filipinas	895.312,0	943.532,1	1.062.063,10
Indonésia	80.180,3	328.807,0	562.528,60
Países Baixos	21.721,4	52.613,3	143.110,30
Malásia	58.575,5	56.956,9	141.206,00
Papua-Nova Guiné	37.455,0	41.343,6	43.992,36
Brasil	6,6	13,8	5,10
Outros países	222.417,2	147.148,3	136.083,50
Mundo	1.315.668,0	1.570.415,0	2.088.989,00

Fonte: FAO (2016).

Tabela 7. Importação em toneladas de copra de coco (óleo) nos principais países e no mundo na média das décadas 1980-1990, 1990-2000 e 2000-2010.

País	Importação de copra de coco (óleo) (t)		
	1980–1990	1990–2000	2000–2010
Estados Unidos	442.318,7	467.421,3	467.587,2
Países Baixos	92.573,9	161.763,0	348.360,8
Alemanha	171.745,3	224.526,2	312.457,1
China	34.292,6	43.928,5	159.899,7
Malásia	5.994,4	47.062,8	187.550,7
Brasil	495,7	701,5	709,0
Outros países	533.369,4	606.205,7	735.329,5
Mundo	1.280.790,0	1.551.609,0	2.211.894,0

Fonte: FAO (2016).

houve um incremento em mais de 100% nas importações de copra.

Com relação à comercialização mundial de coco desidratado, predominam como maiores exportadores os países asiáticos.

As Filipinas se destacam como o maior país exportador, acompanhadas da Indonésia, de Sri Lanka e de Cingapura (Figura 7). Já entre os maiores importadores de coco desidratado destacam-se Estados Unidos, Cingapura, Bélgica e Holanda (Figura 8).

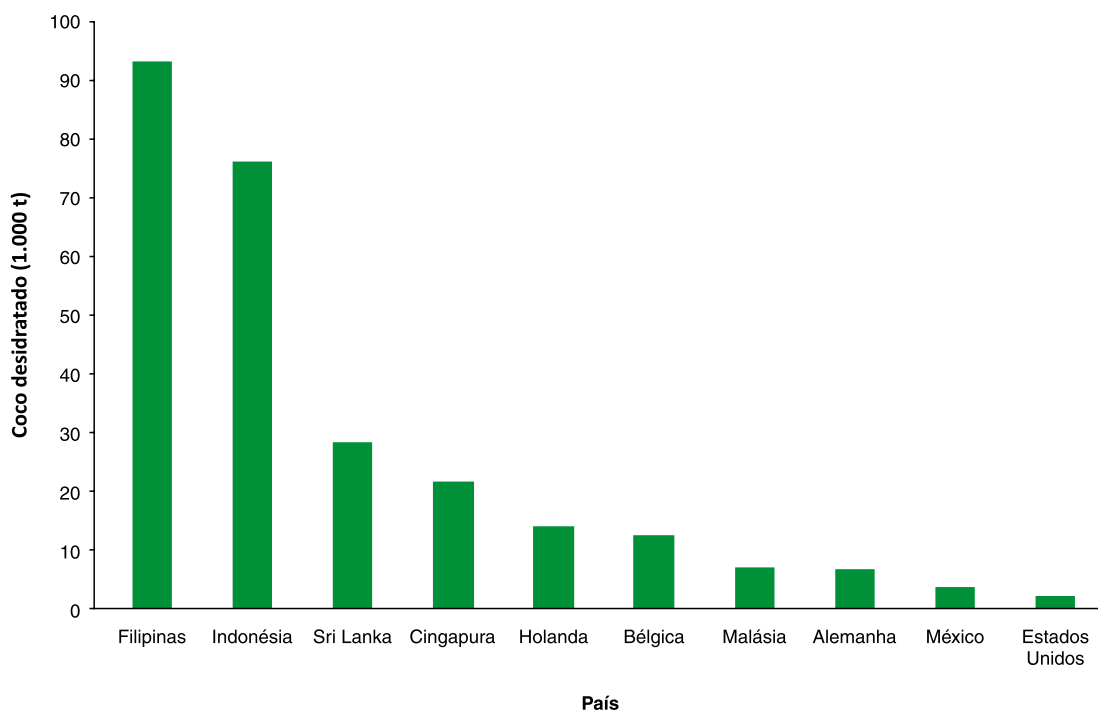


Figura 7. Principais países exportadores de coco desidratado.

Fonte: FAO (2016).

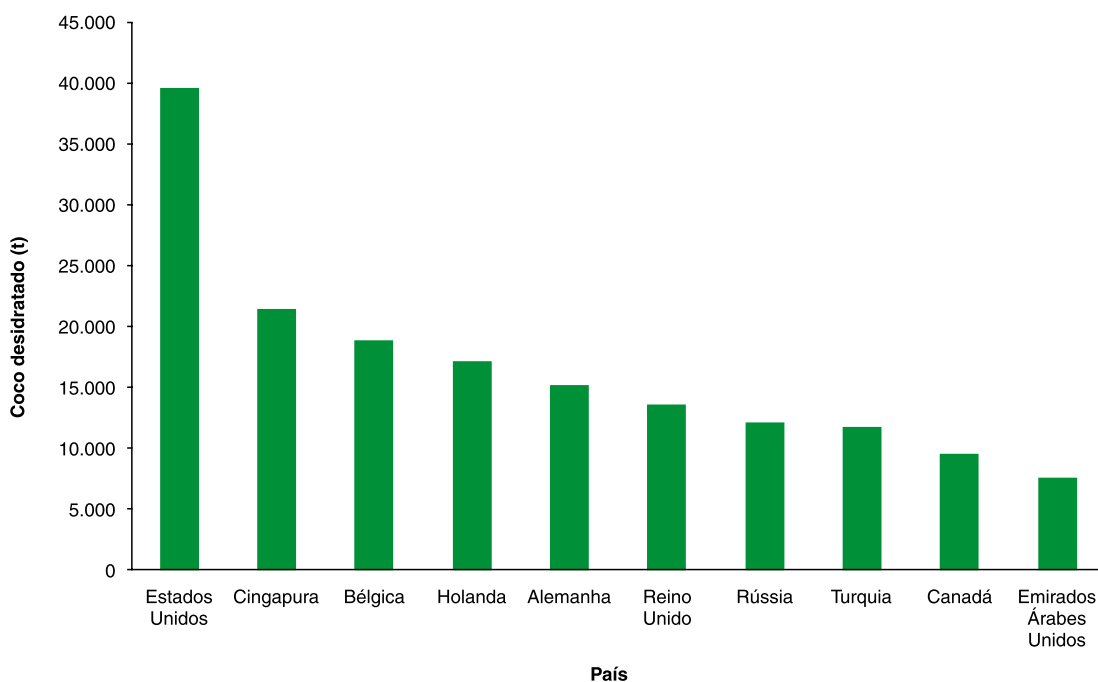


Figura 8. Principais países importadores de coco desidratado.

Fonte: FAO (2016).

Referências

- ADKINS, S. W.; FOALE, M.; SAMOSIR, Y. M. S. (Ed.). Coconut revival: new possibilities for the 'tree of life'. In: INTERNATIONAL COCONUT FORUM, 2005, Cairns. **Proceedings...** Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 2006. 103 p. (ACIAR Proceedings series, n. 125).
- AGRIANUAL 2011: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2011.
- AGRIANUAL 2012: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2012.
- AGRIANUAL 2016: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2016.
- BRASIL. Secretaria de Comércio Exterior. **Informativo Secex**, 2011. Disponível em: <<http://infosecex.desenvolvimento.gov.br/public/arquivo/arq1267817776.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2011.
- CENTRO INTERNACIONAL DE NEGÓCIOS DO CEARÁ. **Perfil de mercado**: coco verde Estados Unidos da América. Disponível em: <<http://www.fiec.org.br/cin/PerfildeMercado.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2010.
- CHAN, E.; ELEVITCH, C. R. *Cocos nucifera* (coconut). In: ELEVITCH, C. R. **Traditional trees of Pacific Islands**: their culture, environment, and use. Honolulu: Permanent Agriculture Resources, 2006. p. 277-302. Disponível em: <www.traditionaltree.org>. Acesso em: 11 dez. 2012.
- CUENCA, M. A. G. Importância econômica do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPAT, 1997. 292 p.
- FAO. **World production**. Disponível em: <www.faostat.org>. Acesso em: 16 maio. 2016.
- FOALE, M.; HARRIES, H. Farm and forestry production and marketing profile for coconut (*Cocos nucifera*). In: ELEVITCH, C. R. (Ed.). **Specialty crops for Pacific Island Agroforestry**. Honolulu: Permanent Agriculture Resources, 2009. Disponível em: <<http://agroforestry.net/scps>>. Acesso em: 18 dez. 2010.
- FONTES, H. R.; WANDERLEY, M. Novos cenários para a cultura do coqueiro gigante no Brasil. **Agrosoft Brasil**, 11 jan. 2010. Disponível em: <www.agrosoft.org.br/agropag/212960.htm>. Acesso em: 14 nov. 2010.
- MARTINS, C. R.; JESUS JÚNIOR, L. A. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional**: panorama 2014. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 51 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 184).
- PORTO, F. P. D. A importância do fortalecimento da estrutura sindical para desenvolvimento da cocoicultura no Nordeste. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 229-233.
- WANDERLEY, M.; LOPES, G. M. Importância sócio-econômica da produção de coco seco no Brasil. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 37-60.

Capítulo 2

Importância e evolução da cocoicultura no Brasil

Manuel Alberto Gutierrez Cuenca

Joana Maria Santos Ferreira

Carlos Roberto Martins

Introdução

A cultura do coqueiro tem importância econômica na geração de renda, alimentação e produção de mais de 100 produtos, em mais de 86 países localizados na zona intertropical do globo terrestre, onde tem sido expandida. Constitui-se na mais importante das culturas perenes possíveis de gerar um sistema autossustentável de exploração, como provam vários países do continente asiático, nos quais é uma importante fonte geradora de divisas e também principal fonte de proteínas e calorias para a população.

Do coqueiro, praticamente tudo é aproveitado: raiz, estipe, inflorescência, folhas, palmito e, principalmente, o fruto, cujas partes podem gerar produtos economicamente importantes e diversos coprodutos ou derivados, que são classificados em três grupos, como segue:

- Produtos utilizados para a alimentação mediante o aproveitamento do albúmen sólido e líquido.

- Produtos fibrosos, utilizados em particular pela indústria têxtil.
- Coprodutos derivados a partir desses dois produtos.

O albúmen sólido (polpa) é considerado no Brasil como a matéria-prima de maior valor agregado para a indústria de alimentos, como na produção de leite de coco, farinha de coco, doces, óleo de coco, óleo de coco virgem e outros, que alavancam a economia de mercado no setor. Segundo Abreu (2013), além do uso nas grandes indústrias, também é largamente utilizado na culinária de doces e salgados, bebidas (*piña colada*), margarinas, ração animal, óleos, álcool graxo, ácido graxo, glicerina, solventes, entre outros. Cada um desses produtos com suas próprias características organolépticas e de mercado, como o nicho de mercado explorado pelo óleo de coco extravirgem no segmento de alimentação saudável. Esse produto é composto de antioxidantes, que diminuem a ação dos radicais livres, e ainda é rico em ácidos graxos, vitamina E, ômega 6 e ômega 9, além do ácido láurico encontrado nesse tipo de óleo em maior concentração (Copra Indústria Alimentícia, 2015c). Outro produto de grande importância na alimentação saudável é a farinha de coco, que fornece vantagens e alternativas ao uso da farinha de trigo, por ter índice baixo em carboidratos de fácil digestão e não conter glúten. A farinha de coco tem menos carboidratos que a soja; tem uma boa fonte de proteína; e é uma fonte rica de fibras, pois contém quatro vezes mais fibras que o farelo de aveia, duas vezes mais que o farelo de trigo e três vezes mais do

que a fibra da semente de linhaça moída. Ao contrário de outras fibras, a farinha de coco pode ser usada para fazer produtos de padaria e deliciosos pratos principais que ficam muito mais saborosos do que as alternativas com trigo. Além disso, contém também mais proteína do que a farinha de centeio ou de milho. Não se trata apenas de uma farinha sem glúten e com proteínas, é também uma farinha sem grãos. Portanto, para aqueles que seguem dietas rigorosas sem grãos, a farinha de coco abre um mundo de deliciosas possibilidades em pães, bolos e outras receitas:

Segundo pesquisas publicadas na revista 'Innovative Food Science and Emerging Technologies' – [v.] 7 (2006) [p.] 309-317 – realizado pelo Food Nutrition Research Institute Department of Science and Technology of Philippines, intitulado "Dietary fiber from coconut flour", o índice glicêmico dos alimentos suplementados com farinha de coco diminui com a adição crescente de fibras dietéticas presentes na farinha de coco; [...] O consumo dessa farinha reduziu o colesterol total, o colesterol LDL e os triglicerídeos de seres humanos com níveis de colesterol moderadamente elevados. Além disso, esse estudo conclui que a farinha de coco é uma rica fonte de fibras dietéticas, é fermentável e produz ácidos graxos de cadeia curta. [...] Os resultados desse estudo estão servindo de base para o desenvolvimento de produtos com farinha de coco como um alimento funcional em todo o mundo. (Copra Indústria Alimentícia, 2015b).

No processamento industrial do albúmen sólido, seja para produção de leite de coco ou para a extração de óleo de coco, obtém-se um resíduo de grande importância na alimentação animal: a torta de coco. Souza Junior (2008) concluiu que esse resíduo constitui-se em alternativa viável para suplementação alimentar de ruminantes,

como boa fonte proteica e energética (de baixo custo), por possuir boa digestibilidade aparente de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra detergente neutro, fibra detergente ácida e energia bruta.

O albúmen sólido também se transforma em copra ao ser desidratado a 6% de umidade, produto de grande comercialização e importância nos mercados do mundo inteiro pelos seus múltiplos usos, principalmente, para a extração do óleo comestível. Esse óleo é matéria-prima na fabricação de borracha sintética, margarina, cosméticos, fluidos para freios hidráulicos de aviões, resinas sintéticas, inseticidas e germicidas, agente plastificador de vidros de segurança, adesivo no processamento de lubrificantes, na fabricação de glicerina, nas indústrias de sabões e também, como combustível, entre outros. Ademais, esse produto tem grande potencial de uso em programas de produção de biodiesel (Fontes; Wanderley, 2006). Frémond et al. (1969) afirmam que, em 1964, a copra ocupava o sétimo lugar entre as diversas fontes mencionadas e o quarto entre as fontes de origem vegetal.

O óleo de coco obtido a partir da copra constitui produto nobre de grande valor no mercado internacional de óleo, pelo seu alto teor de ácido láurico (Aragão, 2002). Continua ocupando o quarto lugar entre os óleos de origem vegetal e o primeiro entre os óleos ácidos láuricos. Graças ao alto teor de ácido láurico (48%) (Olher, 1984), (54%) (Aragão et al., 2003, 2009) e outros ácidos saturados de menor peso molecular, o óleo de coco é altamente utilizado na fabricação

de álcool e serve, especialmente, para a fabricação de detergentes, como os sulfatos de álcool não poluentes, devido às suas propriedades biodegradáveis e características próprias como espumante, bactericida, germicida, portanto, não poluidor do meio-ambiente, como acontece com outros tipos de detergentes e saponáceos (Barreto et al., 2009). O ácido láurico é matéria-prima para diversos produtos de uso rotineiro na indústria de química fina, cosméticos, domissanitários e até em alimentos, na forma de emulsificantes e estabilizantes naturais. Entra na fabricação de sabões e sabonetes e na produção de derivados, tais como alcanolamidas ou amidas de ácido graxo de coco, álcool láurico e seus derivados, como o laurilsulfato de sódio e laurato de sorbitano. Todos esses produtos são tensoativos, utilizados na indústria cosmética, de higiene pessoal, farmacêutica e domissanitária. A produção nacional de produtos derivados láuricos a partir do óleo de coco colocará em uma nova perspectiva de mercado o setor dermocosmético nacional, com maior competitividade na economia globalizada (Aragão et al., 2009; Barreto et al., 2009). Segundo o Dr. Alexandre Feldman, os sabonetes e os cosméticos fazem parte de uma grande lista de produtos utilizados no dia a dia que podem contribuir para uma série de doenças. Não apenas as óbvias alergias, mas uma série de desequilíbrios químicos e hormonais pode ser causados por substâncias químicas insuspeitas que entram na fabricação dos cosméticos e produtos de limpeza. Quem sofre de enxaqueca, muitas vezes, pode ter crises desencadeadas por cheiros. Os perfumes dos sabonetes podem

ter aroma agradável, mas são pura química, completamente artificiais, um convite para o mal-estar. O autor conclui que os melhores produtos (sabonete e shampoo) que existem amplamente disponíveis no mercado são o puro sabão e shampoo de coco (Feldman, 2015).

O óleo de coco é também amplamente utilizado na indústria de plásticos a partir de álcoois derivados desse tipo de óleo.

Outro importante produto daquele primeiro grupo de derivados do coco é o coco-ralado ou *desiccated coconut* (como é denominado no mercado internacional); esse nome deriva-se, possivelmente, do seu baixíssimo grau de umidade (3%). Esse produto é muito apreciado no mundo inteiro, em pastelarias, confeitarias e sorveterias por causa de seu sabor e aroma bastante agradáveis, além de suas diversas propriedades alimentícias.

A água de coco, produto importante do fruto do coqueiro, além de refrescante e deliciosa, é rica em sais minerais e nutrientes. Em cada 100 ml, a bebida apresenta cerca de 250 mg de potássio (a porcentagem total das necessidades diárias) e 105 mg de sódio (metade do valor recomendado por dia), além de boas doses de cálcio, magnésio e vitamina C. Ela é considerada um isotônico natural, ideal para repor os líquidos e os sais perdidos através do suor durante a prática de atividades físicas. Por essas e por outras razões, foi-se a época em que a água de coco só era prestigiada nas praias e durante o verão. Nos últimos tempos, a bebida se tornou uma preferência nacional.

Prova disso é que, de tão popular, já deixou de ser encontrada apenas na sua forma natural, servida diretamente da fruta, e invadiu bares, supermercados e restaurantes em garrafinhas e caixinhas (Descubra..., 2011).

Como não contém conservante e nem outras substâncias artificiais (pelo menos na versão natural) a água de coco tem a vantagem de não provocar alergia e poder ser ingerida por qualquer um – com raríssimas exceções.

Para a Dra. Jocelim Mastrodi Salgado, professora de Nutrição da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da USP, em Piracicaba, SP:

Hipertensos e diabéticos devem ir com calma, pois em excesso fornece muito sódio e glicose. Pessoas com disfunções renais e retenção de líquidos também precisam consumir pouco, por causa do sal. (Descubra..., 2011).

Segundo Rosa et al. (2001), a água do co-co-verde possui propriedades reidratantes, diuréticas, anti-helmínticas e tenicidas e pode ser empregada em tratamentos de emergência, como plasma sanguíneo, meio de cultura natural e como conservante de sêmen animal.

Atualmente, a indústria de alimentos também utiliza a água do coco-seco para fazer um *mix* com a água do coco-verde, no processo de envasamento da água de coco. Nesse estágio de maturação, pode também ser utilizada na pecuária, para fornecimento de açúcares e sais minerais, principalmente potássio, ao gado. Segundo Child (1974), cada litro de água de coco maduro contém,

aproximadamente, 20 g de extrato seco de sais minerais.

Há de se considerar também o grande crescimento da produção de fibras naturais e substratos orgânicos. Da casca do coco-seco, são extraídas fibras de diferentes comprimentos, que servem na fabricação de uma diversidade riquíssima de produtos, como: vestuário, tapetes, sacaria, almofadas, colchões, cordoaria, acolchoados para a indústria automobilística, escovas, pincéis, capachos, vasos, passadeiras, tapetes, cordas marítimas, barreira sonora, mantas para contenção de encostas, cortiça isolante, briquetes, cama de animais, e, se feitos pelo pó da fibra de coco, são todos biodegradáveis. As fibras servem também para a construção civil: há relatos de casas na Índia fabricadas com madeira e fibra de coco. Essas, após um processo de secagem natural e queima, podem retornar ao coqueiral em forma de cinzas, as quais contêm, segundo Frémond et al. (1969), 30% em K_2O . Caso as cascas não sejam queimadas, o produtor pode incorporá-las ao solo como adubo orgânico, fornecendo, nesse caso, 3,5% em K_2O (Recomendações..., 1993). Maiores detalhes da importância e uso da fibra na agricultura estão descritos no Capítulo 2 da Parte 6.

No processamento da casca do coco-seco se extrai como resíduo o pó da fibra de coco, resíduo vegetal bastante utilizado como substrato na agricultura intensivo-orgânica, face às seguintes vantagens: economia de água, elevada capacidade de retenção de umidade (94%); aumento nos

índices de produtividade da horticultura e floricultura face seu efeito fertilizante (rico em potássio e nitrogênio); alternativa para substituição da turfa; e confecção de vasos e placas utilizadas em jardinagem, em substituição aos produtos obtidos do xaxim, planta em risco de extinção (Rosa et al., 2001). Segundo os autores, o pó da fibra de coco-seco tem se mostrado um dos melhores meios de cultivo para a produção de vegetais, principalmente em função da sua estrutura física vantajosa, que proporciona alta porosidade e alto potencial de retenção de umidade utilizado como substrato agrícola na agricultura orgânica.

Novas tecnologias desenvolvidas na Bahia, com o apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para aproveitamento da casca de coco na fabricação de diversos produtos derivados, também apontam seu uso potencial na produção de briquetes, considerados como matéria-prima para a produção de energia, emitindo muito menos gás carbônico do que as formas tradicionais de geração (Copra Indústria Alimentícia, 2015b).

A parte rígida da noz do coco-seco (endocarpo) pode ser utilizada como combustível lenhoso (apresenta índice calorífico 1,5 vez superior ao da lenha); transformado em carvão dos tipos ativado (filtro de usinas nucleares), desodorizante e gasogênio; triturado em forma de pó para utilização na fabricação de pastilhas de freios; material impermeabilizante de chapas de madeira compensada; e artesanato. O alto valor calorífico e baixo teor de cinzas desse produto viabiliza seu uso na ourivesaria, metalurgia

e indústria artesanal, em substituição ao carvão mineral.

Alguns países produtores de coco com limitações de área e sem condições favoráveis ao plantio de cana-de-açúcar – como é o caso de pequenas ilhas do Pacífico e Sudeste Asiático – têm a inflorescência do coqueiro como uma fonte alternativa para a produção de açúcar, já que, segundo Nathanael (1952), a seiva da inflorescência, ou *toddy*, em estado fresco (não fermentado), contém de 12% a 15% de sacarose, similar ao teor de caldo de cana-de-açúcar usado na preparação de açúcar. O açúcar de coco é um excelente substituto do açúcar de cana, pois ele não é processado, adulterado ou filtrado; não contém conservante ou outros aditivos e é 100% natural, conhecido por ser o adoçante mais sustentável do mundo. Ele é muito mais nutritivo e saudável que os outros adoçantes, pois possui elevada quantidade de potássio, magnésio, zinco e ferro e uma fonte natural de vitaminas B1, B2, B3 e B6, além de seu índice glicêmico ($Gi = 35$) ser muito mais baixo que o açúcar de cana ($Gi = 68$) (Copra Indústria Alimentícia, 2015a).

Frémond et al. (1969) citam que a colheita do coqueiro gera por planta, aproximadamente, 227 L de seiva, ou seja, 36 kg de açúcar nos 8 meses de colheita por planta por ano. A quantidade possível de açúcar produzida por hectare dependerá, naturalmente, da produtividade da cultivar e do espaçamento adotado na plantação.

Evolução da cultura do coco no Brasil

Em 1960, o cultivo do coqueiro ocupava uma área de 73.583 ha e seu cultivo se restringia, principalmente, às regiões Norte e Nordeste. Posteriormente, com o aporte tecnológico e abertura de mercado para inúmeros dos seus coprodutos, a cultura acabou adaptando-se a outras regiões do País (Figura 1). Atualmente, ocupa uma área em torno de 271.000 ha distribuídos, praticamente, em quase todo o território nacional, com produção anual equivalente a 2 bilhões de frutos (IBGE, 2013). No período de 1960 a 2011, a área colhida com coqueiro no Brasil apresentou, portanto, evolução total de 267,7% e taxa geométrica de crescimento (TGC) anual de 5,6% (IBGE, 1997, 2013). A produção de coco no Brasil, a qual em 1960 era de 436,3 milhões de frutos, passou para 1,96 bilhões em 2011, apresentando evolução total de

349,8% no período e TGC anual de 3,0% (IBGE, 1997, 2013).

Para análise da evolução ocorrida no Brasil com a cultura do coqueiro nos últimos 50 anos, são mostrados nas Tabelas 1, 2 e 3 os totais da produção, da área colhida com coco e da produtividade nos principais estados e regiões produtoras no Brasil, considerando, apenas, os anos de 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 e 2011. A Figura 2 mostra o comportamento anual da área colhida com coco e a produção brasileira entre 1960 e 2011, e a Figura 3, o comportamento anual da produtividade no mesmo período.

Para melhor esclarecer como se deu a expansão da área colhida, da produção e da produtividade do coco no País, foram definidos cinco períodos de análise, cada um correspondente a uma década, como segue: 1960 a 1970, 1970 a 1980, 1980 a 1990, 1990 a 2000 e 2000 a 2011. As taxas de evolução

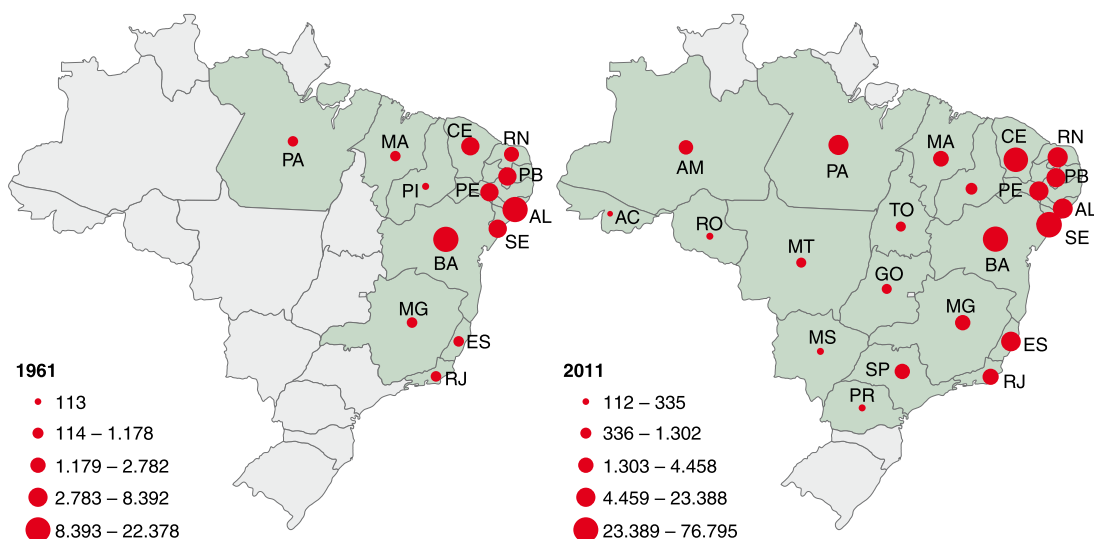


Figura 1. Expansão de plantios de coqueiro nos estados brasileiros de 1960 a 2011, em ha.

Fonte: Produção Agrícola Municipal - IBGE (1997, 2013).

Tabela 1. Área colhida com coco no Brasil, principais regiões e estados produtores nos anos de 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 e 2011.

Estado	Área (ha)					
	1960	1970	1980	1990	2000	2011
Bahia	22.378	31.133	34.670	48.561	76.775	76.795
Ceará	6.183	11.038	21.500	35.388	37.316	44.800
Sergipe	8.692	21.630	38.238	46.939	45.720	39.204
Pernambuco	7.758	9.850	10.900	11.659	9.484	10.721
Paraíba	6.918	7.286	12.630	10.559	10.031	9.585
Rio Grande do Norte	2.782	7.210	14.578	26.872	33.850	21.724
Alagoas	14.370	22.207	25.215	15.820	15.144	12.853
Piauí	113	156	242	479	750	1.087
Maranhão	743	1.233	1.744	1.729	1.401	2.702
Nordeste	69.937	111.743	159.717	198.006	230.471	219.471
Espírito Santo	650	1.556	1.200	1.275	8.895	11.126
Rio de Janeiro	833	770	779	603	2.462	4.458
Minas Gerais	1.178	982	732	649	1.575	2.486
São Paulo	15	12	39	20	1.202	3.130
Sudeste	2.676	3.320	2.750	2.547	14.134	21.200
Pará	809	1.060	2.022	10.442	16.814	23.388
Tocantins	-	-	-	-	20	882
Acre	50	72	20	37	36	235
Rondônia	8	17	40	2.783	602	112
Amazonas	11	44	106	90	275	2.270
Norte	878	1.193	2.188	13.352	17.747	26.887
Goiás	28	76	67	82	130	1.150
Mato Grosso do Sul	-	21	27	3	126	335
Mato Grosso	22	-	-	-	1.631	1.302
Centro-Oeste	50	97	94	85	1.887	2.787
Outros estados	42	136	30	-	72	196
Total Brasil	73.583	116.489	164.779	213.990	264.311	270.541

Fonte: Produção Agrícola Municipal - IBGE (1997, 2013).

bruta e a TGC anual da área colhida, produção e produtividade do coqueiro no Brasil, nas regiões e nos principais estados produtores são apresentadas nas Tabelas 4, 5 e 6.

Observa-se nas Tabelas 4, 5 e 6, que os percentuais das evoluções e TGC ao longo de todo o período em análise apresentaram-se diferentes, pois a área colhida, a produção

Tabela 2. Produção de coco no Brasil, principais regiões e estados produtores nos anos de 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 e 2011.

Estado	Produção (1.000 frutos)					
	1960	1970	1980	1990	2000	2011
Bahia	98.298	182.665	107.477	188.516	402.937	529.464
Ceará	47.899	64.953	117.500	133.880	193.729	274.092
Sergipe	54.611	92.629	71.352	99.053	91.985	239.373
Pernambuco	42.062	63.321	43.600	38.492	35.643	129.931
Paraíba	44.795	42.620	28.837	29.407	54.105	64.718
Rio Grande do Norte	13.405	41.441	54.864	54.478	87.941	60.024
Alagoas	102.879	103.085	66.207	67.050	56.118	54.031
Piauí	682	1.069	1.679	2.654	6.797	13.387
Maranhão	7.048	20.226	6.435	6.168	3.705	8.578
Nordeste	411.679	612.009	497.951	619.698	932.960	1.373.598
Espírito Santo	3.435	10.361	3.480	3.669	132.486	147.574
Rio de Janeiro	8.905	6.467	4.651	4.051	34.358	70.069
Minas Gerais	5.556	7.667	3.657	2.875	9.258	45.622
São Paulo	331	190	231	51	10.136	34.749
Sudeste	18.227	24.685	12.019	10.646	186.238	298.014
Pará	5.263	8.314	13.569	97.227	151.214	229.080
Tocantins	-	-	-	-	240	12.813
Acre	618	609	107	164	806	1.447
Rondônia	20	38	80	6.139	4.639	90
Amazonas	58	426	489	523	1.315	9.006
Norte	5.959	9.387	14.245	104.053	158.214	252.436
Goiás	307	698	463	430	1.328	14.879
Mato Grosso do Sul	-	60	81	21	1.576	4.487
Mato Grosso	95	-	-	-	17.135	16.880
Centro-Oeste	402	758	544	451	20.039	36.246
Outros estados	-	707	118	-	3.960	2.140
Total Brasil	436.267	647.546	524.877	734.848	1.301.411	1.962.434

Fonte: Produção Agrícola Municipal - IBGE (1997, 2013).

Tabela 3. Produtividade do coco no Brasil, principais regiões e estados produtores nos anos de 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 e 2011.

Estado	Produtividade (frutos por hectare)					
	1960	1970	1980	1990	2000	2011
Bahia	4.393	5.867	3.100	3.882	5.248	6.895
Ceará	7.747	5.884	5.465	3.783	5.192	6.118
Sergipe	6.283	4.282	1.866	2.110	2.012	6.106
Pernambuco	5.422	6.429	4.000	3.301	3.758	12.119
Paraíba	6.475	5.850	2.283	2.785	5.394	6.752
Rio Grande do Norte	4.818	5.748	3.763	2.027	2.598	2.763
Alagoas	7.159	4.642	2.626	4.238	3.706	4.204
Piauí	6.035	6.853	6.938	5.541	9.063	12.316
Maranhão	9.486	16.404	3.690	3.567	2.645	3.175
Nordeste	5.886	5.477	3.118	3.130	4.048	6.259
Espírito Santo	5.285	6.659	2.900	2.878	14.894	13.264
Rio de Janeiro	10.690	8.399	5.970	6.718	13.955	15.718
Minas Gerais	4.716	7.808	4.996	4.430	5.878	18.352
São Paulo	22.067	15.833	5.923	2.550	8.433	11.102
Sudeste	6.811	7.435	4.371	4.180	13.177	14.057
Pará	6.506	7.843	6.711	9.311	8.993	9.795
Tocantins	-	-	-	-	12.000	14.527
Acre	12.360	8.458	5.350	4.432	22.389	6.157
Rondônia	2.500	2.235	2.000	2.206	7.706	804
Amazonas	5.273	9.682	4.613	5.811	4.782	3.967
Norte	6.787	7.868	6.511	7.793	8.915	9.389
Goiás	10.964	9.184	6.910	5.244	10.215	12.938
Mato Grosso do Sul	-	2.857	3.000	7.000	12.508	13.394
Mato Grosso	4.318	-	-	-	10.506	12.965
Centro-Oeste	8.040	7.814	5.787	5.306	10.620	13.005
Outros estados	-	5.199	3.933	-	-	-
Total Brasil	5.929	5.559	3.185	3.434	4.910	7.251

Fonte: Produção Agrícola Municipal - IBGE (1997, 2013).

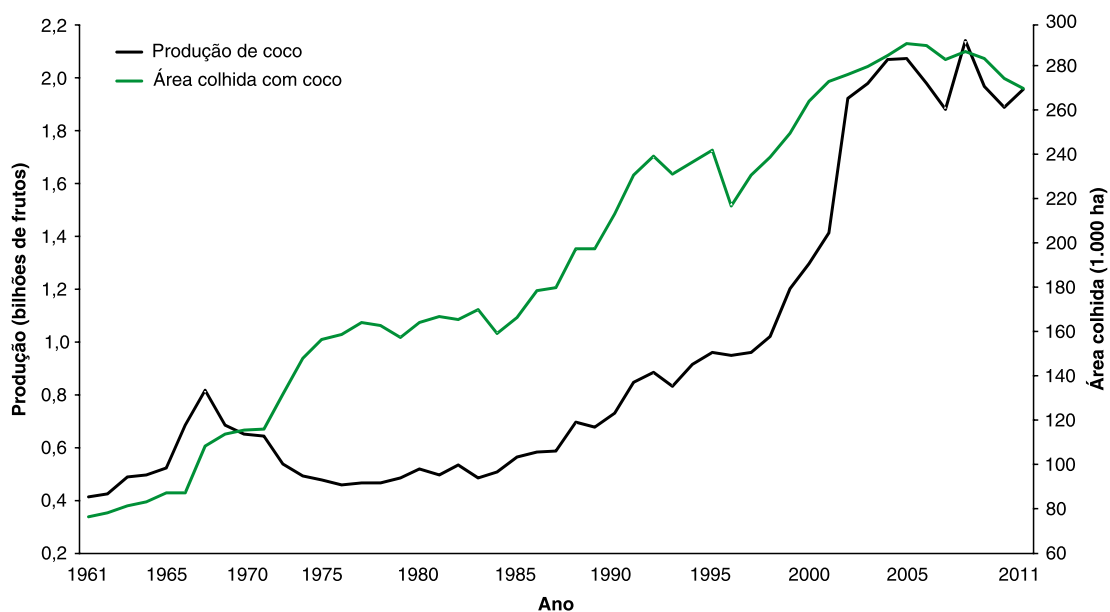


Figura 2. Área colhida e produção de coco no Brasil de 1961 a 2011.

Fonte: Produção Agrícola Municipal - IBGE (1997, 2013).

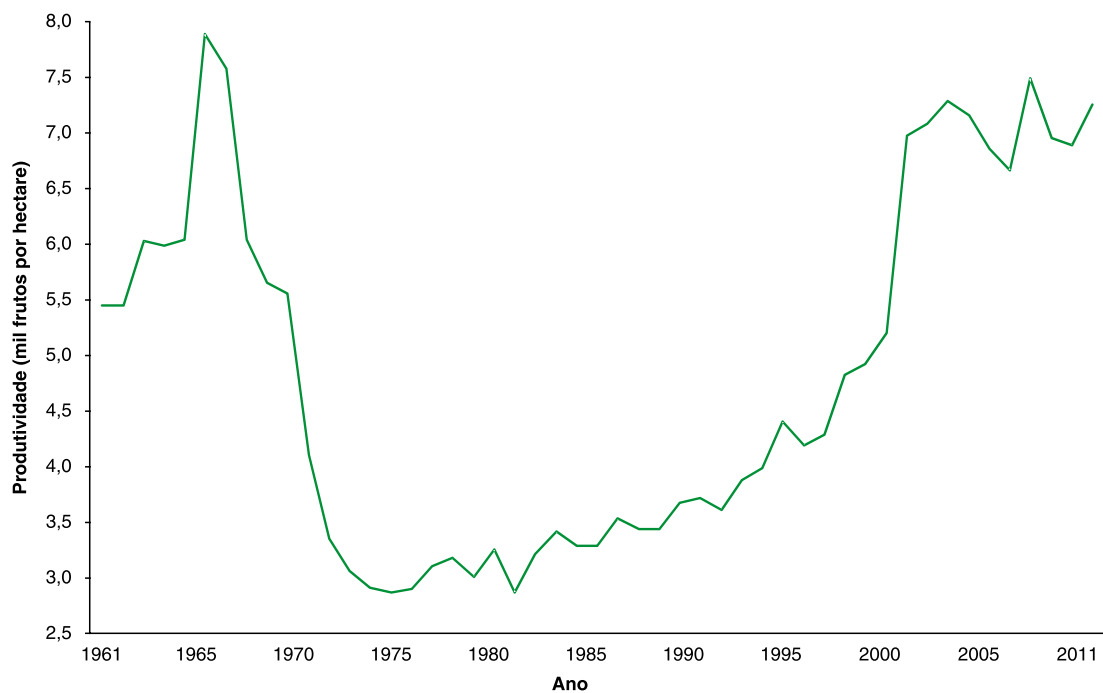


Figura 3. Produtividade do coqueiro no Brasil de 1961 a 2011.

Fontes: Cuenca e Costa (2001) e IBGE (2013).

Tabela 4. Porcentuais de evolução e taxa geométrica de crescimento (TGC) da área colhida com coqueiro nos estados, regiões e Brasil nas cinco décadas do período de 1960 a 2011.

Estado	1960 a 1970			1970 a 1980			1980 a 1990			1990 a 2000			2000 a 2011		
	Evolução	TGC		Evolução	TGC		Evolução	TGC		Evolução	TGC		Evolução	TGC	
Bahia	39,1	1,1		11,4	1,1		40,1	3,4		58,1	4,7		0,0	0,0	
Ceará	78,5	6,9		94,8	6,9		64,6	5,1		5,4	0,5		20,1	1,8	
Sergipe	148,8	5,9		76,8	5,9		22,8	2,1		-2,6	-0,3		-14,3	-1,5	
Pernambuco	27,0	1,0		10,7	1,0		7,0	0,7		-18,7	-2,0		13,0	1,2	
Paraíba	5,3	5,7		73,3	5,7		-16,4	-1,8		-5,0	-0,5		-4,4	-0,5	
Rio Grande do Norte	159,2	7,3		102,2	7,3		84,3	6,3		26,0	2,3		-35,8	-4,3	
Alagoas	54,5	1,3		13,5	1,3		-37,3	-4,6		-4,3	-0,4		-15,1	-1,6	
Piauí	38,1	4,5		55,1	4,5		97,9	7,1		56,6	4,6		44,9	3,8	
Maranhão	65,9	3,5		41,4	3,5		-0,9	-0,1		-19,0	-2,1		92,9	6,8	
Nordeste	59,8	3,6		42,9	3,6		24,0	2,2		16,4	1,5		-4,8	-0,5	
Espírito Santo	139,4	-2,6		-22,9	-2,6		6,3	0,6		597,6	21,4		25,1	2,3	
Rio de Janeiro	-7,6	0,1		1,2	0,1		-22,6	-2,5		308,3	15,1		81,1	6,1	
Minas Gerais	-16,6	-2,9		-25,5	-2,9		-11,3	-1,2		142,7	9,3		57,8	4,7	
São Paulo	-20,0	12,5		225,0	12,5		-48,7	-6,5		5,910,0	50,6		160,4	10,0	
Sudeste	24,1	-1,9		-17,2	-1,9		-7,4	-0,8		454,9	18,7		50,0	4,1	
Pará	31,0	6,7		90,8	6,7		416,4	17,8		61,0	4,9		39,1	3,4	
Tocantins	0,0	-		0,0	-		0,0	-		0,0	-		4,310,0	46,0	
Acre	44,0	-12,0		-72,2	-12,0		85,0	6,3		-2,7	-0,3		552,8	20,6	
Rondônia	112,5	8,9		135,3	8,9		6,857,5	52,8		-78,4	-14,2		-81,4	-15,5	
Amazonas	300,0	9,2		140,9	9,2		-15,1	-1,6		205,6	11,8		725,5	23,5	
Norte	35,9	6,3		83,4	6,3		510,2	19,8		32,9	2,9		51,5	4,2	
Goiás	171,4	-1,3		-11,8	-1,3		22,4	2,0		58,5	4,7		784,6	24,4	
Mato Grosso do Sul	0,0	2,5		28,6	2,5		-88,9	-19,7		4,100,0	45,3		165,9	10,3	
Mato Grosso	-100,0	-		0,0	-		0,0	-		0,0	-		-20,2	-2,2	
Centro-Oeste	94,0	-0,3		-3,1	-0,3		-9,6	-1,0		2,120,0	36,3		47,7	4,0	
Total Brasil	58,3	3,5		41,5	3,5		29,9	2,6		23,5	2,1		2,4	0,2	

Fonte: Produção Agrícola Municipal - IBGE (1997, 2013).

Tabela 5. Porcentuais de evolução e taxa geométrica de crescimento (TGC) da produção de coco no nos estados, regiões e Brasil nas décadas do período 1960 a 2011.

Estado	1960 a 1970			1970 a 1980			1980 a 1990			1990 a 2000			2000 a 2011		
	Evolução	TGC		Evolução	TGC		Evolução	TGC		Evolução	TGC		Evolução	TGC	
Bahia	85,8	6,4		-41,2	-5,2		75,4	5,8		113,7	7,9		31,4	2,8	
Ceará	35,6	3,1		80,9	6,1		13,9	1,3		44,7	3,8		41,5	3,5	
Sergipe	69,6	5,4		-23,0	-2,6		38,8	3,3		-7,1	-0,7		160,2	10,0	
Pernambuco	50,5	4,2		-31,1	-3,7		-11,7	-1,2		-7,4	-0,8		264,5	13,8	
Paraíba	-4,9	-0,5		-32,3	-3,8		2,0	0,2		84,0	6,3		19,6	1,8	
Rio Grande do Norte	209,1	11,9		32,4	2,8		-0,7	-0,1		61,4	4,9		-31,7	-3,7	
Alagoas	0,2	0,0		-35,8	-4,3		1,3	0,1		-16,3	-1,8		-3,7	-0,4	
Piauí	56,7	4,6		57,1	4,6		58,1	4,7		156,1	9,9		97,0	7,0	
Maranhão	187,0	11,1		-68,2	-10,8		-4,1	-0,4		-39,9	-5,0		131,5	8,8	
Nordeste	48,7	4,0		-18,6	-2,0		24,4	2,2		50,6	4,2		47,2	3,9	
Espírito Santo	201,6	11,7		-66,4	-10,3		5,4	0,5		3,511,0	43,1		11,4	1,1	
Rio de Janeiro	-27,4	-3,1		-28,1	-3,2		-12,9	-1,4		748,1	23,8		103,9	7,4	
Minas Gerais	38,0	3,3		-52,3	-7,1		-21,4	-2,4		222,0	12,4		392,8	17,3	
São Paulo	-42,6	-5,4		21,6	2,0		-77,9	-14,0		19,774,5	69,8		242,8	13,1	
Sudeste	35,4	3,1		-51,3	-6,9		-11,4	-1,2		1,649,4	33,1		60,0	4,8	
Pará	58,0	4,7		63,2	5,0		616,5	21,8		55,5	4,5		51,5	4,2	
Tocantins	-	-		-	-		-	-		-	-		5,238,8	48,8	
Acre	-1,5	-0,1		-82,4	-16,0		53,3	4,4		391,5	17,3		79,5	6,0	
Rondônia	90,0	6,6		110,5	7,7		7,573,8	54,3		-24,4	-2,8		-98,1	-32,6	
Amazonas	634,5	22,1		14,8	1,4		7,0	0,7		151,4	9,7		584,9	21,2	
Norte	57,5	4,6		51,8	4,3		630,5	22,0		52,1	4,3		59,6	4,8	
Goiás	127,4	8,6		-33,7	-4,0		-7,1	-0,7		208,8	11,9		1,020,4	27,3	
Mato Grosso do Sul	-	-		35,0	3,0		-74,1	-12,6		7,404,8	54,0		184,7	11,0	
Mato Grosso	-100,0	-		-	-		-	-		-	-		-1,5	-0,1	
Centro-Oeste	88,6	6,5		-28,2	-3,3		-17,1	-1,9		4,343,2	46,1		80,9	6,1	
Total Brasil	48,3	4,0		-18,9	-2,1		40,0	3,4		76,6	5,8		51,1	4,2	

Fonte: Produção Agrícola Municipal - IBGE (1997, 2013).

Tabela 6. Porcentuais de evolução e TGC da produtividade do coqueiro nos estados, regiões e Brasil nas décadas do período 1960 a 2011.

Estado	1960 a 1970			1970 a 1980			1980 a 1990			1990 a 2000			2000 a 2011		
	Evolução	TGC		Evolução	TGC		Evolução	TGC		Evolução	TGC		Evolução	TGC	
Bahia	33,6	2,9		-47,2	-6,2		25,2	2,3		35,2	3,1		31,4	2,8	
Ceará	-24,0	-2,7		-7,1	-0,7		-30,8	-3,6		37,2	3,2		17,8	1,7	
Sergipe	-31,8	-3,8		-56,4	-8,0		13,1	1,2		-4,7	-0,5		203,5	11,7	
Pernambuco	18,6	1,7		-37,8	-4,6		-17,5	-1,9		13,8	1,3		222,5	12,4	
Paraíba	-9,7	-1,0		-61,0	-9,0		22,0	2,0		93,7	6,8		25,2	2,3	
Rio Grande do Norte	19,3	1,8		-34,5	-4,1		-46,1	-6,0		28,1	2,5		6,4	0,6	
Alagoas	-35,2	-4,2		-43,4	-5,5		61,4	4,9		-12,6	-1,3		13,4	1,3	
Piauí	13,5	1,3		1,2	0,1		-20,1	-2,2		63,6	5,0		35,9	3,1	
Maranhão	72,9	5,6		-77,5	-13,9		-3,3	-0,3		-25,9	-2,9		20,0	1,8	
Nordeste	-7,0	-0,7		-43,1	-5,5		0,4	0,0		29,3	2,6		54,6	4,5	
Espírito Santo	26,0	2,3		-56,4	-8,0		-0,8	-0,1		417,6	17,9		-10,9	-1,2	
Rio de Janeiro	-21,4	-2,4		-28,9	-3,4		12,5	1,2		107,7	7,6		12,6	1,2	
Minas Gerais	65,5	5,2		-36,0	-4,4		-11,3	-1,2		32,7	2,9		212,2	12,1	
São Paulo	-28,2	-3,3		-62,6	-9,4		-56,9	-8,1		230,7	12,7		31,7	2,8	
Sudeste	9,2	0,9		-41,2	-5,2		-4,4	-0,4		215,2	12,2		6,7	0,6	
Pará	20,6	1,9		-14,4	-1,5		38,8	3,3		-3,4	-0,3		8,9	0,9	
Tocantins	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0		21,1	1,9	
Acre	-31,6	-3,7		-36,7	-4,5		-17,2	-1,9		405,1	17,6		-72,5	-12,1	
Rondônia	-10,6	-1,1		-10,5	-1,1		10,3	1,0		249,3	13,3		-89,6	-20,2	
Amazonas	83,6	6,3		-52,4	-7,1		26,0	2,3		-17,7	-1,9		-17,0	-1,8	
Norte	15,9	0,0		-17,3	0,0		19,7	0,0		14,4	0,0		5,3	0,0	
Goiás	-16,2	-1,8		-24,8	-2,8		-24,1	-2,7		94,8	6,9		26,7	2,4	
Mato Grosso do Sul	0,0	1,8		5,0	-		133,3	1,1		78,7	-		7,1	0,7	
Mato Grosso	-100,0	-		-	-		-	-		-	-		23,4	2,1	
Centro-Oeste	-2,8	-		-25,9	-3,0		-8,3	-0,9		100,1	7,2		22,5	2,0	
Total Brasil	-6,2	-0,6		-42,7	-5,4		7,8	0,8		43,0	3,6		47,7	4,0	

Fonte: Produção Agrícola Municipal - IBGE (1997, 2013).

e produtividade estiveram estreitamente vinculadas às diferentes fases vividas pela cocoicultura brasileira.

No Brasil, as taxas de evolução e de TGC da área colhida foram mais altas que as da produção no período de 1960 a 1970 (Tabelas 4 e 5). As elevadas taxas de evolução da área colhida são atribuídas ao estímulo dado pelo governo à cocoicultura brasileira por meio de concessão de financiamentos para reflorestamento com coqueiro nas regiões tradicionais de cultivo na década de 1970.

Com essa medida, o governo tentou estimular essa atividade agrícola, fornecendo crédito rural para operações de custeio e investimento ou aprovando incentivos fiscais, com recursos do Fundo de Investimento Setoriais (Fiset), estabelecidos no Decreto-Lei nº 1.376, de 12 de dezembro de 1974 da Presidência da República (Brasil, 1974), para o plantio da cultura do coqueiro como árvore reflorestadora.

A positividade das taxas de evolução da produção entre 1960 e 1970 (Tabela 5) deve-se ao fato dos coqueirais existentes, plantados entre 1930 e 1940, ainda apresentarem boa atividade produtiva, ainda que decrescente, apresentando produtividade média anual em torno dos 5.500 frutos por hectare (Tabela 3) a qual já tinha sido melhor em anos anteriores, prova disso que ela apresentou evolução negativa entre 1960 e 1970.

As medidas e incentivos dados pelo governo em 1974, entretanto, não foram bem-sucedidas. Segundo Recomendações... (1993),

o programa de crédito concedido aos estados de Alagoas, de Sergipe e da Bahia, por exemplo, foi insuficiente e insignificante para a manutenção correta dos plantios e não chegou sequer a 1% do total de crédito agrícola recebido pelos três estados. Isso provocou, parcialmente, a queda das taxas da área colhida e da produção nas duas décadas seguintes. Essa redução constante também é atribuída a fatores como erradicação de coqueirais velhos em alguns estados, e pelo crescente custo de oportunidade da cultura quando comparada à fruticultura, à canavicultura e à forte valorização do valor da terra capitaneada pelo número maciço de empreendimentos turísticos e imobiliários ao longo da faixa litorânea brasileira.

É interessante observar que, com o avanço da idade dos coqueirais e os deficientes métodos de manejo utilizados na cultura, a produção diminuiu naturalmente. Por isso, a produção de 1980 apresenta uma redução se comparada à de 1970 (Tabela 2), apresentando alto declínio nas taxas de produção e produtividade (Tabelas 5 e 6). O declínio da produtividade naquele período também é atribuído ao crescimento considerável de área colhida oriunda de plantios realizados naquela década em todos os estados nordestinos e que ainda não tinham atingido seu potencial pleno de produção.

No período de 1980 a 1990, a área, a produção e a produtividade apresentaram evoluções e TGC positivas (Tabelas 4, 5 e 6). É interessante observar que os percentuais de crescimento da produção foram bem superiores aos da área colhida (Tabelas 4 e 5), principalmente em função do aumento

de área colhida ter se dado nos plantios, ocorridos na década anterior, com variedades mais produtivas. Esse fato também fez com que a produtividade ganhasse fôlego num período de crescimento (Tabela 6) que se estendeu às seguintes décadas, ou seja, até o final do período em estudo.

Verifica-se que, entre 1990 e 2011, a produção nacional atingiu o máximo em evolução e TGC, enquanto que a evolução e a TGC da área colhida apresentaram-se crescentes ainda que em menores percentuais que nas décadas anteriores (Tabelas 4 e 5). O melhor desempenho da produção brasileira, naquelas duas décadas, foi devido principalmente às altas taxas de produtividade (Tabela 6) provocadas pela entrada em produção de grande parte dos coqueirais localizados, principalmente no Sudeste, no Centro-Oeste e em alguns estados nordestinos plantados a partir de 1985, utilizando variedades mais produtivas, irrigação, o uso de tecnologias geradas a partir de 1979 pela Embrapa por meio do Programa Nacional de Pesquisa de Coco e a erradicação de áreas de coqueirais improdutos, principalmente no Nordeste do País.

É interessante observar que as taxas de evolução e TGC da produção e produtividade dos coqueirais no Brasil, nas décadas posteriores a 1980 foram crescentes (Tabelas 5 e 6), apesar da tendência decrescente da área colhida em alguns dos principais produtores da região Nordeste, mostrando como foi importante a utilização de novas variedades e tecnologias mais adequadas de plantio e manutenção das novas áreas de coqueiral no Brasil. Os polos de irrigação

também contribuíram para a evolução da cultura, principalmente, com o plantio do coqueiro-anão-verde, visando ao mercado de água de coco. A partir dos anos 1980, houve um crescente interesse por parte da agroindústria nacional pelo desenvolvimento da cultura do coqueiro, e, a partir dos anos 1990, dos produtores de diversos estados brasileiros, como: Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, em virtude das inúmeras possibilidades reais de mercado para seus produtos e coprodutos.

Evolução regional e estadual

Região e estados do Nordeste

O comportamento das taxas de evolução e da TGC da área colhida na região Nordeste foram muito similares às do Brasil nas primeiras duas décadas do estudo (Tabela 4). Isso porque até o final dos anos 1970, mais de 96% da área colhida com coco no Brasil concentrava-se nessa região. Nas décadas posteriores a 1970, as taxas de evolução e TGC da área colhida com coco no Nordeste foram decrescentes, chegando a serem negativas no período de 2000 a 2011 (Tabela 4). Essa diminuição observada nas taxas de evolução e TGC da área colhida com coco no Nordeste, nos últimos 30 anos do século 20, e taxas negativas nos primeiros anos do século 21 deveu-se, principalmente, ao fato dos novos plantios realizados na região não terem compensado os antigos que foram erradicados. Em alguns estados do Nordeste

também se deu a erradicação de coqueirais para plantio de outras lavouras, crescimento habitacional nas áreas litorâneas, avanço de grandes empreendimentos imobiliários e turísticos, e especulação imobiliária, que supervalorizou as terras, inviabilizando qualquer atividade agrícola na região.

Entretanto, com a expansão da cultura ocorrida nas últimas três décadas do estudo para regiões não tradicionais de cultivo e a utilização de variedades mais produtivas, as taxas de evolução e TGC da produção do Nordeste foram inferiores às do Brasil (Tabela 5). A produtividade dos coqueirais nessa região tradicionalmente é muito baixa, devido, em grande parte, aos constantes períodos de seca ou à má distribuição das chuvas e também ao fato da maioria das áreas plantadas, principalmente as localizadas próximas ao litoral, apresentarem plantas com idade avançada, cultivadas de forma semiextrativista e, na maioria das vezes, mantidas mais pela beleza cênica e valorização da paisagem das praias do que pelo valor econômico de sua produção. Nota-se que, apenas na última década do estudo, a produtividade regional que em 2000 era de 4.048 frutos por hectare passou, em 2011, para 6.259 frutos por hectare (Tabela 3), apresentando evolução e TGC anual levemente superior às respectivas taxas brasileiras ocorridas no período de 2000 a 2011 (Tabela 6). O aumento da produção e da produtividade regional na última década deveu-se ao fato de o Nordeste concentrar a maioria dos polos de irrigação dedicados à fruticultura, principalmente, ao longo do Rio São Francisco e ao uso da

variedade de coqueiro-anão-verde em sistema de cultivo altamente tecnificado.

Em relação ao comportamento da cocoi-cultura nos principais estados produtores, observa-se que o Estado da Bahia foi o único representante da região que, entre 1970 e 2000, apresentou taxas de evolução e TGC da área colhida com tendência crescente e ápice de crescimento entre 1990 e 2000 (Tabela 4), estabilizando-se a partir desse último ano até 2011, com cerca de 76.800 ha, o que refletiu no aumento da produção e da produtividade nas décadas seguintes até os dias atuais (Tabelas 2 e 3). Atribui-se esse crescimento, principalmente, à entrada em produção das novas áreas de plantios instaladas nos perímetros de fruticultura irrigada ao longo do Rio São Francisco, com uso de tecnologias e variedades mais produtivas.

O Estado do Ceará apresentou taxas de evolução e TGC de área colhida e de produção positivas em todo o período de análise, e de produtividade negativa nas três primeiras décadas, motivada pelo fato do aumento da área colhida ter sido, na maioria dos períodos, maior que o aumento da produção. No entanto, nas duas últimas décadas, nota-se ter havido um crescimento considerável da produção e da produtividade no estado, atribuído à entrada em produção dos coqueirais novos implantados na década de 1980, com material genético mais produtivo (híbridos e anões), o que conseguiu dobrar a produção e a produtividade estadual nesse período (Tabelas 2 e 3).

O Estado de Sergipe que já tinha, entre 1980 e 1990, alguns plantios de coqueiro-anão iniciando a produção, foi o estado que mais evoluiu em produtividade no Nordeste. Enquanto a área colhida cresceu somente 3%, entre 1980 e 2011, as taxas de evolução da produção e produtividade aumentaram 235% e 227%, respectivamente. A evolução da produtividade sergipana e as taxas positivas da TGC anual foram resultantes da produtividade obtida nos novos plantios de coqueiro-anão implantados nos perímetros irrigados no Baixo São Francisco e também da mudança na metodologia do levantamento de dados da produção por parte do IBGE estadual, ao considerar, separadamente em seus levantamentos, as diferentes produtividades das áreas de coqueiro-anão e do coqueiro-gigante.

O impacto da implantação dos polos de irrigação ao longo do Rio São Francisco, também pode ser observado no Estado de Pernambuco, que apresentou, entre 1980 e 2011, pequena queda na área colhida (2%), mas teve sua produção e produtividade triplicadas no período.

Alagoas, pelo fato da pouca presença de plantios irrigados e tecnificados, foi o único estado que apresentou queda na área colhida e na produção em todo o período de estudo. A redução de 50%, tanto da área colhida como da produção, entre 1970 e 2011, ocorreu, principalmente, devido ao forte desenvolvimento do turismo no litoral alagoano e às grandes áreas do litoral ocupadas pela atividade canavieira e outras atividades produtivas que, em algumas décadas do estudo, vieram substituir antigos

plantios de coqueiro no estado. As evoluções e a TGC da produção com coco no estado apresentaram-se negativas nas últimas três décadas (Tabela 5), mostrando impacto negativo na cadeia produtiva, provocado pela erradicação de coqueirais velhos sem a correspondente compensação de novas áreas com coqueiros mais produtivos.

Como relatado, constata-se que a melhoria da produtividade em alguns estados nordestinos, no período de 2000 a 2011, coincidiu com a entrada em produção das áreas de expansão da cultura em períodos anteriores, especialmente com plantio de coqueiro irrigado, utilizando o coqueiro-anão (cultivar mais produtiva) como principal variedade, como aconteceu na Bahia, Ceará, Sergipe e Pernambuco. Dessa forma, mostra-se a importância da implantação de novas áreas com sistemas tecnificados nos estados nordestinos para melhorar o desempenho da produção e da produtividade estadual e regional.

Região e estados do Sudeste

Na região Sudeste, o melhor desempenho da produção e da produtividade do coco nas taxas de evolução e TGC da área colhida passou a ser obtido a partir da década de 1990, o que coincidiu com o deslocamento da cultura da região Nordeste para outras regiões com aptidão de cultivo e utilização de variedades mais produtivas e sistema de plantio tecnificado. Nota-se que as taxas de evolução da área colhida, da produção e da produtividade na região, nos últimos

21 anos, passaram a ser maiores que as nacionais (Tabelas 4, 5 e 6).

O Estado do Espírito Santo é o principal produtor da região e como tal foi o que determinou as taxas totais de evolução e as TGCs da cocoicultura regional. Esse estado foi o único do Sudeste que apresentou taxas de evolução e TGC da área colhida e da produção positivas entre 1960 e 1970 e negativas entre 1970 e 1980 (Tabelas 4 e 5). Taxas que voltaram a evoluir a partir de 1980, apresentando taxas máximas entre 1990 e 2000, resultantes dos grandes investimentos feitos, entre 1980 e 1990, na implantação de novos coqueirais com variedades de coqueiro-anão-verde em atendimento à demanda do mercado nacional por água de coco, bem como da proximidade dos grandes mercados consumidores do Sul, Sudeste e Centro-Oeste do País.

Os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais apesar de apresentarem, em algumas décadas, taxas de evolução e de TGC elevadas, nota-se que esse fato não foi o suficiente para influenciar na variação das taxas regionais, pois as áreas colhidas estaduais até 1990 eram insignificantes (20 ha, 603 ha e 649 ha, respectivamente), explicando os altos percentuais registrados na década de 1990 a 2000 (Tabela 4). A expansão da área colhida com coqueiro nesses estados foi mais significativa no período de 2000 a 2011, o que vem refletindo nos altos índices de evolução da produção e da produtividade estaduais. Essa melhoria foi também influenciada pelos mesmos motivos já explicados no caso da expansão da cocoicultura no Espírito Santo.

A região e os estados do Sudeste refletem claramente o que significou a expansão da cocoicultura em moldes tecnificados e das vantagens da utilização de variedades mais produtivas. Esses estados, de certa forma, se beneficiam com a proximidade de grandes centros consumidores com alto poder aquisitivo, melhores condições de infraestrutura e logística de comercialização, entre as quais excelentes vias de escoamento da produção, o que vem a reduzir os altos custos de transportes, menores perdas de qualidade do produto, maiores possibilidades de industrialização do fruto verde na produção de água de coco, produto tão demandado nos dias atuais como alimento natural e saudável.

Região e estados do Norte

A região Norte foi a única que apresentou só sinais positivos nas taxas de evolução e nas TGCs da área colhida e da produção durante todo o período em estudo (Tabelas 4 e 5). O total de área colhida com coco na região, até 1980, não superava os 2.188 ha, passando para 13.352 ha em 1990 (Tabela 1), atingindo nessa década (1980 a 1990) as taxas mais altas tanto na evolução como na TGC anual, devido à expansão de áreas com material genético de maior potencial produtivo. A partir desse período até o momento atual, a cultura do coco continua em crescimento na região com taxas de evolução e TGC superiores às nacionais o que, de certa forma, vem impactando tanto a produção quanto a produtividade dessa região. O regime de chuvas nessa região é o fator que tem favorecido a exploração da cultura e a implantação de grandes áreas de cultivo.

O Estado do Pará é o único estado a obter taxas de evolução e TGC positivas de área colhida e produção de coco. O período de 1980 a 1990 apresentou a maior evolução de produção, área colhida e produtividade, com 616%, 416% e 39%, respectivamente. Isso se deu, principalmente, em função das condições favoráveis de clima e de mercado na região tanto para o coco-verde como para o coco-seco.

Na região e nos estados do Centro-Oeste, apesar de apresentarem consideráveis taxas de evolução e TGC de área colhida e produção de coco em alguns períodos (Tabelas 4 e 5), observa-se que os percentuais de participação no total nacional não ultrapassaram 1% ao longo das décadas do período em estudo (IBGE, 2013). Também se observaram nas últimas duas décadas consideráveis percentuais de evolução e TGC da produtividade estadual e regional (Tabela 6), mas pela insignificância da produção nos estados da região em relação à produção nacional, essas taxas passam a não ter relevância no âmbito da cocoicultura brasileira.

Participação regional e estadual na produção e área colhida com coco no Brasil

Para analisar a evolução da participação regional e estadual na produção e área colhida com coco no Brasil, considerouse o ano de 1980 como marco de partida para a análise, pois foi a partir desse ano que se iniciaram as principais mudanças na

cocoicultura brasileira, como a expansão da cultura para regiões fora do Nordeste.

Os dados contidos nas Tabelas 1 e 2 permitem observar que no ano de 1980, o Nordeste detinha 97% da área colhida e respondia por aproximadamente 95% da produção nacional de coco. Entre os principais estados produtores, destacavam-se os estados de Sergipe, Bahia, Alagoas e Ceará, detendo 23%, 21%, 15% e 13% da área colhida e 14%, 20%, 13% e 22% da produção nacional, respectivamente (Figuras 4 e 5).

As regiões Sudeste e Norte, em 1980, ainda possuíam plantios inexpressivos, respondendo por apenas 2% e 1% da área total colhida e por 2% e 3% da produção brasileira, respectivamente. Nesse ano, os estados do Pará e Espírito Santo respondiam, cada um, por 1% da área colhida e 3% e 1% da produção brasileira, respectivamente.

No entanto, nos últimos 30 anos, ocorreram mudanças de cenário no Brasil. A região Nordeste passou a apresentar queda na participação nacional pelo fato de as outras regiões terem aumentado, no referido período, sua participação em área colhida e produção (Tabelas 1 e 2). Em 2011, essa região detinha 81% da área colhida e somente respondia por 70% da produção nacional. Essas quedas são atribuídas a vários fatores já mencionados neste capítulo, como: a) coexistência de novos plantios de coqueiro-anão com antigos plantios de coqueiro-gigante em vários estados da região; b) a senilidade e exploração semiextrativista de grande parte dos plantios; c) a falta de programas de renovação dos co-

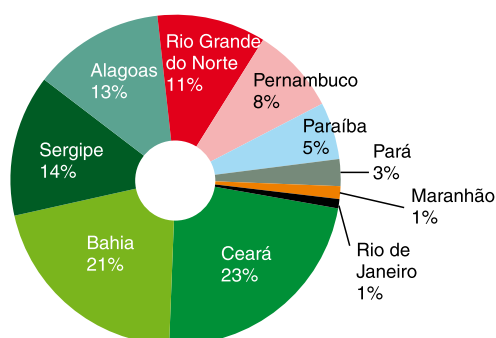


Figura 4. Participação estadual na produção brasileira em 1980.

Fonte: IBGE (1997).

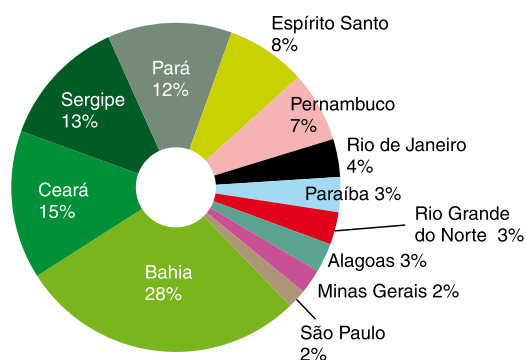


Figura 6. Porcentuais da participação estadual na produção brasileira em 2011.

Fonte: IBGE (2013).

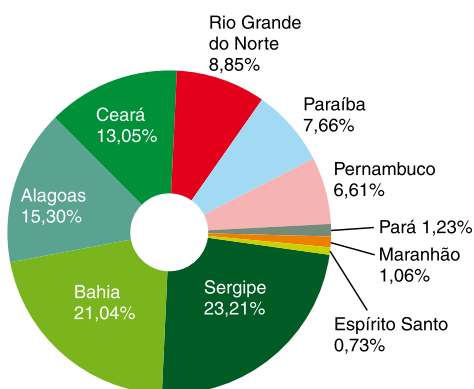


Figura 5. Participação estadual na área total colhida com coco no Brasil em 1980.

Fonte: IBGE (2013).

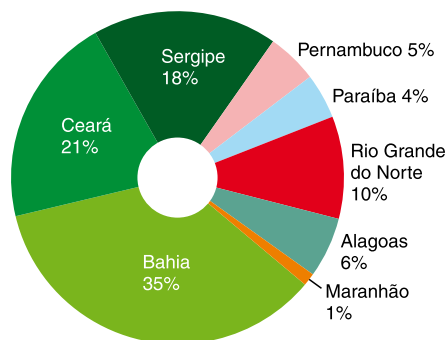


Figura 7. Participação estadual na área total colhida com coco no Brasil em 2011.

Fonte: IBGE (2013).

queirais; d) a quantidade de áreas utilizadas para empreendimentos turísticos, habitacionais e especulação imobiliária que ainda são consideradas nas estatísticas, entre outros. Os estados que mais se destacaram foram Bahia, Ceará e Sergipe com 35%, 21% e 18% da área colhida e 28%, 15% e 13% da produção nacional, respectivamente (Figuras 6 e 7).

Observa-se nesse mesmo ano, que o Sudeste e o Norte tiveram aumento na sua participação nacional respondendo por 15% e 13% da produção e por 8% e 10% da área

colhida, respectivamente. Nessas regiões, os estados do Pará e Espírito Santo foram os que mais se destacaram, concentrando 9% e 4% da área colhida e 12% e 8% da produção nacional, respectivamente (Figuras 6 e 7). Alguns estados tiveram seus percentuais de participação na área colhida aumentados, mas em contrapartida diminuíram sua participação na produção brasileira nesse ano.

A cocoicultura se mostrou insignificante em todo o período de análise, tanto nos estados como na região Centro-Oeste. Essa região, até 2011, respondia por apenas 1% e 2% da

área colhida e da produção brasileira, respectivamente. A dificuldade da expansão da cultura nessa região deve-se, principalmente, à predominância das grandes propriedades agrícolas ligadas ao agronegócio, altamente mecanizadas e dedicadas, prioritariamente, à produção de grãos para exportação, bem como as áreas ocupadas pela pecuária.

Contribuição da cocoicultura no valor bruto da produção do Nordeste

A cultura é importante na formação do valor bruto da produção (VBP) agrícola do Nordeste, e sua participação, que em 1977 era de 1,77%, passou, em 1990, para 2,09% (Cuenca, 2007; IBGE, 2013), chegando em 2011 a representar 2,16% do valor gerado por toda a agricultura nordestina.

A banana e o mamão foram as únicas fruteiras perenes que, como o coco, tiveram evolução no percentual de formação do VBP agrícola do Nordeste, sendo que a bananicultura fica localizada em áreas com condições bem diferenciadas das dos solos pobres, onde o coqueiro é tradicionalmente cultivado. Com a cultura do mamão, o diferencial está no aporte tecnológico, pois seus produtores costumam utilizar investimentos mais elevados em irrigação e na manutenção da lavoura, além da utilização de insumos em maiores quantidades, tecnologias essas que geram altas produtividades e maior renda por área cultivada.

Referências

- ABREU, F. A. P. **Aproveitamento industrial do coco-da-baía maduro (coco-seco)**. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_1943.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2013.
- ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 76 p. (Frutas do Brasil, 29).
- ARAGÃO, W. M.; CRUZ, E. M. de O.; TAVARES, M.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. de A.; PIMENTEL, S. A.; TAKEMOTO, E. Teor de gordura e composição de ácidos graxos em polpa de frutos do coqueiro-anão em diferentes idades de maturação. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 63, n. 2, p. 159-167, 2003.
- ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; MELO, M. F. de V. Cultivares de coqueiro para a produção de coco seco: coqueiro gigante vs híbridos. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 37-60.
- BARRETO, L. G.; ARAGÃO, W. M.; LOIOLA, C. M.; MOURA, C. R. F. Estratégias para uso e desenvolvimento dos produtos e coprodutos do coco seco com ênfase na pequena produção. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 25-36.
- BRASIL. **Decreto-lei nº 1.376, de 12 de dezembro de 1974**. Dispõe sobre a criação de Fundos de Investimento, altera a Legislação do Imposto sobre a Renda relativa a incentivos fiscais e dá outras providências. 1974. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del1376.htm>. Acesso em: 14 dez. 2013.
- CHILD, R. **Coconuts**. London: Longman, 1974. 335 p.
- COPRA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA. **Açúcar de coco [orgânico]**. Disponível em: <<http://www.copraalimenticia.com.br/index.php/produto/96/acucar-de-coco>>. Acesso em: 14 maio 2015a.
- COPRA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA. **Farinha de coco**. Disponível em: <<http://www.copraalimenticia.com.br/index.php/produto/80/farinha-de-coco>>. Acesso em: 14 maio 2015b.
- COPRA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA. **Óleo de coco extra virgem**. Disponível em: <<http://www.copraalimenticia.com.br/index.php/produto/47/oleo-de-coco-extra-virgem>>. Acesso em: 14 maio 2015c.
- CUENCA, M. A. G. **A cultura do coqueiro**. [Aracaju]: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de produção, 1). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia>>.

embrapa.br/FontesHTML/Coco/ACulturadoCoqueiro/aspectos.htm>. Acesso em: 2 jan. 2013.

CUENCA, M. A. G.; COSTA, W. V. **Estatísticas da cocoicultura no Brasil - 1942/2001**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 67 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 29).

DESCUBRA os benefícios da água de coco e adicione ao cardápio. **Corpo a Corpo**, 29 nov. 2011. Nutrição. Disponível em: <<http://corpoacorporo.uol.com.br/dieta/nutricao/descubra-os-beneficios-da-agua-de-coco-e-adicione-ao-cardapio/1537#>>. Acesso em: 4 maio 2015.

FELDMAN, A. **O melhor sabonete**. Disponível em: <<http://www.enxaqueca.com.br/blog/melhor-sabonete/>>. Acesso em: 12 maio 2015.

FONTES, H. R.; WANDERLEY, M. **Situação atual e perspectivas para a cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 16 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 94).

FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; NUCÉ DE LAMOTHE, M. **El cocotero**. Barcelona: Blume, 1969. 607 p.

IBGE. **Produção agrícola municipal 1975-1994**. Rio de Janeiro, 1997. 726 p. (Estatísticas básicas: séries retrospectivas, 7).

IBGE. **Produção agrícola municipal 1990 a 2011**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 29 maio 2013.

NATHANAEL, W. R. N. The sugars of coconuts water. **Ceylon Coconut Quarterly**, v. 3, n. 4, p. 1-7, 1952.

OLHER, I. G. **Coconuts tree of life**. Rome: FAO, 1984. 446 p. (FAO. Plant production. paper, 57).

RECOMENDAÇÕES técnicas para o cultivo do coqueiro. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1993. 43 p. (Embrapa-CPATC. Circular técnica, 1).

ROSA, M. de F.; ABREU, F. A. P. de; FURTADO, A. A. L.; BRÍGIDO, A. K. L.; NORÕES, R. D. de V. **Processo agroindustrial: obtenção de pó de casca de coco-verde**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 61). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/425163>>. Acesso em: 12 jan. 2013.

SOUZA JUNIOR, L. **Avaliação do valor nutritivo da torta de coco (*Cocos nucifera* L.) para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental**. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Belém, PA.

Mercado e cadeia produtiva

Manuel Alberto Gutierrez Cuenca

Introdução

O agronegócio do coco envolve diversas atividades econômicas que abrangem a produção agrícola, as etapas de processamento, envasamento, embalagem, transporte e armazenamento até sua distribuição nos mercados interno e externo. No decorrer desse processo, são originados inúmeros produtos a partir do beneficiamento, não só do fruto, mas também de várias partes da planta. Pela magnitude dos produtos obtidos das diversas partes da planta, pode-se afirmar que do coqueiro tudo se aproveita (Queiroz et al., 1999).

No continente asiático, onde se localizam os maiores países produtores, o coqueiro é explorado basicamente para produção de copra (albúmen sólido desidratado a 6%) e óleo. Esses países também aproveitam a casca do coco processada para obtenção de fibras longas (30% da casca) e as fibras curtas ou pó da casca de coco (70% da casca), a exemplo da Índia, líder mundial na comercialização de fibra de coco com 1,02 bilhão de toneladas de fibras produzidas por ano, que chega a faturar 70 milhões de dólares somente com a exportação desse coproduto (Fontenele, 2005).

No Brasil, quarto maior país produtor e líder nas Américas, grande parte da produção de coco é destinada ao consumo in natura e à fabricação de alimentos industrializados. No entanto, tem-se observado nas últimas décadas uma crescente expansão de uso dos seus produtos e coprodutos, abrindo novas e promissoras perspectivas de mercado. Atualmente, o parque industrial de processamento do coco na região Nordeste do Brasil é constituído por 11 indústrias destinadas à produção de coco ralado e leite de coco, e seis indústrias que processam água de coco, além de centenas de pequenos estabelecimentos envasadores (Fontenele, 2005). Existem também muitas indústrias que processam, em menor escala, a casca de coco para aproveitar as fibras longas e curtas ou do pó de fibra de coco, produto de grande aceitação no mercado de produtos orgânicos, bem como grandes e pequenas indústrias que processam o óleo de coco e, mais recentemente, o óleo de coco virgem. No mercado nacional, constitui-se em elevado multiplicador de empregos, especialmente nas regiões litorâneas e áreas metropolitanas, onde se localiza a maioria das unidades industriais e nas atividades agrícolas primárias desenvolvidas na zona rural.

Em termos de empregos gerados, estudos na área informam que 1 ha de coco ocupa, em média, três pessoas em emprego direto e que cada emprego direto gera quatro empregos indiretos (Fontenele, 2005). De posse dessa relação e considerando a área colhida no Brasil em 2013, que foi de aproximadamente 257.462 ha, tem-se um total

de pelo menos 772.386 empregos diretos e 3.089.544 empregos indiretos gerados ao longo da cadeia produtiva do coco.

Para analisar a comercialização do coco no Brasil, é preciso separá-la em dois segmentos de mercado: o de coco-seco e o de coco-verde. É importante considerar que, nos dois casos, a comercialização deve acompanhar a periodicidade da colheita (mensal), de forma a fornecer ao produtor um fluxo contínuo de receita. Estudos afirmam que no Brasil, aproximadamente 85% da produção nacional de coco é comercializada como coco-seco, sendo que desse percentual a metade é utilizada para fins culinários e o resto é industrializado, gerando vários produtos como leite, sabão, óleo, etc. Aproximadamente 15% da produção é destinada à extração de água de coco-verde (Senhoras, 2004).

Mercado de coco-seco

Há épocas específicas no calendário agrícola cuja demanda de coco-seco é maior, a exemplo da Páscoa e férias de fim de ano. Esse tipo de informação orienta os grandes atacadistas e os intermediários da indústria de processamento sobre o volume a ser comercializado nos meses anteriores a essa demanda, permitindo-lhes estimar com maior segurança os preços a pagar aos produtores e, conseqüentemente, determinar a quantidade de matéria-prima a ser adquirida ao longo do ano.

Ao longo dos anos, a indústria de processamento tem desempenhado papel de grande importância na regulação do

preço do coco-seco no mercado nacional. O fornecimento de albúmen sólido para as agroindústrias nacionais, advindo das plantações do coqueiro-gigante, tem declinado ao longo dos últimos anos, em função da redução da oferta de matéria-prima. Essa redução é resultante em grande parte da falta de investimentos para renovação e/ou recuperação dos coqueirais com idade avançada, o que causa a queda da produtividade observada nos últimos anos. Na década de 1980, com o declínio da produção nacional de coco-seco, a oferta dessa matéria-prima proveniente do coqueiro-gigante, segundo as indústrias processadoras (docerias, sorveterias, bebidas e indústrias de alimentos), não atendia satisfatoriamente sua demanda, que, na época, era de aproximadamente 26.000 t por ano. A escassez da matéria-prima gerou no Brasil uma grande instabilidade no mercado de coco-seco, o que contribuiu para promover a abertura do mercado brasileiro para as importações. Nesse período, as indústrias de processamento, que enfrentavam a falta de matéria-prima nacional, aumentaram as importações de coco-seco, ralado e desidratado. Em 1995, o volume importado atingiu 16.845 t, quantidade superior à demanda das principais agroindústrias brasileiras de coco. Nesse mesmo ano, o preço do quilograma da noz para o produtor chegou a R\$ 0,07, quando o preço mínimo necessário para que se almejassem algum lucro era de R\$ 0,20 a R\$ 0,25 (Queiroz et al., 1999).

Tal fato desencadeou uma reviravolta no mercado de coco in natura, resultando no abandono da matéria-prima nas próprias

áreas cultivadas, e no colapso da cadeia produtiva de coco, pois os baixos preços praticados pelos principais países produtores estimularam as indústrias nordestinas de processamento a importar o coco-ralado desidratado para produção de leite de coco¹.

A partir dessa época, algumas fábricas da região foram sendo desativadas, pois seus antigos compradores de matéria-prima deixaram de comprar seus produtos (leite de coco e coco-ralado desidratado). Esse fato constitui-se em grande ameaça para a sobrevivência dos cocoicultores, devido à falta de mercado para comercialização de sua produção que passou a ser comprada pelas indústrias a preços que não cobriam sequer os custos de produção.

Vários são os fatores que contribuem para a maior atratividade do coco-seco desidratado importado frente ao produto nacional, como os fortes subsídios recebidos pelos produtores asiáticos, o baixo custo da mão de obra e a taxa de câmbio praticada, visto que a desvalorização cambial imposta pelos países da Ásia, especificamente no auge das importações brasileiras, é maior que a efetuada pelo Brasil, o que gerou e continua gerando estímulos às importações de coco-ralado desidratado. A prática da importação tem impactado negativamente a produção nacional.

Mais recentemente, a situação da produção nacional tem apresentado aparente melhoria, pois, de acordo com o boletim mensal (Importações..., 2015) publicado pelo

Sindicato Nacional dos Produtores de Coco do Brasil (Sindcoco), com base em informações da Secretaria de Comercio Exterior do Ministério da Indústria, Comercio Exterior e Serviços, houve no período de outubro de 2014 a março de 2015 uma trajetória descendente nas importações desse produto, passando de 1.502.992 kg para 943.488 kg, respectivamente, o que corresponde a uma queda de 59% do total importado. Isso em função, possivelmente, da elevação do preço FOB do coco-ralado de US\$ 2,04 por quilograma para US\$ 2,36 por quilograma em igual período, e também da retração do consumo. O preço médio de internação, praticado no período, variou de R\$ 10,77 por quilograma a R\$ 14,57 por quilograma do coco ralado desidratado.

Um dos aspectos positivos de se fomentar a comercialização e a industrialização do produto nacional é a possibilidade de gerar e de utilizar maior quantidade de subprodutos, tais como a casca do coco (fibra), o tegumento (película marrom que envolve o albúmen sólido) e o endocarpo (quenga). A casca do coco, por exemplo, é passível de ser utilizada na agregação de valor à cadeia produtiva, pois dela são extraídas fibras de diferentes comprimentos, as quais servem na fabricação de uma diversidade de produtos, como: mantas para contenção de encostas e barragens, briquetes ecológicos, tapetes, sacarias, almofadas, colchões, acolchoados para a indústria automobilística, escovas, pincéis, capachos, passadeiras, cordas marítimas, vestuários, cortiças isolantes e camas de estábulos. Da casca do coco também se obtém o pó de

¹ As indústrias do Sul e Sudeste de fabricantes de bombons, chocolates, biscoitos, etc. preferiram importar o coco-ralado desidratado diretamente dos países asiáticos e africanos.

coco, considerado um importante resíduo na produção de substratos orgânicos.

Mercado de coco-verde

Nesse mercado, tradicionalmente, o que se comercializa é o fruto inteiro ainda verde, tendo como gargalos principais: a perecibilidade do produto, a distância do centro consumidor, o grande volume e peso da carga a ser transportada, os custos e os cuidados do transporte e a sazonalidade da oferta – pois, mesmo o coqueiro tendo produção de frutos contínua, durante todos os meses do ano, o volume comercializado normalmente se retrai durante os meses mais frios do ano.

Os principais mercados para o coco-verde localizam-se nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Distrito Federal, assim como em todo o litoral nordestino. O maior entrave para atingir esses distantes mercados pelos produtores de coco-verde do Nordeste é o alto custo do transporte, devido ao peso do produto (1,5 kg a 2,0 kg por fruto) e ao grande volume transportado, considerando que um caminhão com capacidade de 18 t transporta apenas 7.000 frutos, ocasionando uma perda de capacidade de transporte em torno de 5 t por viagem. Estudo sobre a comercialização do coco em Petrolina, PE, constatou que o custo do frete daquele local até São Paulo em 1997 era equivalente a R\$ 0,12 por fruto (Mello, 1997). Mais recentemente, segundo informações de produtores sergipanos o custo de transporte de Aracaju a São Paulo em 2014 equivalia a R\$0,40 por fruto.

Com a recente dinamização do mercado e a expansão da cultura na região Sudeste, a demanda do Sul/Sudeste por água de coco começou a ser atendida pela produção local das áreas implantadas no final dos anos 1980 e em toda a década de 1990, com a cultivar de coqueiro-anão-verde, por ser mais precoce, mais produtiva (produção média de 150 frutos por planta por ano) e ter a água com um sabor mais agradável ao gosto do consumidor.

O comércio do coco-verde possui características que afetam diretamente a comercialização, tais como:

- Perecibilidade do fruto: em pesquisas realizadas com vendedores varejistas de coco-verde, constatou-se que as perdas na comercialização chegam a 8% do total de frutos entre a produção e a venda ao consumidor final.
- Aparência do fruto: fator decisivo para aceitação do consumidor, principalmente, no consumo in natura. As condições a que são submetidos os frutos durante o transporte podem ocasionar manchas escuras na superfície da casca, fazendo o consumidor pensar que o produto não está mais apto para o consumo.
- Sazonalidade da oferta: mesmo havendo produção de frutos durante todos os meses do ano, o volume comercializado se retrai durante os meses mais frios, entre abril e agosto, aumentando, entre outubro a dezembro, conforme estatísticas da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp). Pesquisa

realizada no Estado do Rio de Janeiro (Rêgo Filho et al., 1999) mostrou que as estações climáticas definem a intensidade do consumo, sendo de 56% no verão; 19% no outono e primavera; e apenas 6% no inverno. A retração no consumo também é influenciada pelas férias escolares e período de verão no Sudeste do Brasil.

- Distância entre a área de produção em relação ao centro consumidor: os principais mercados produtores se concentram na região Nordeste e os consumidores nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Distrito Federal.
- Cuidados no transporte e no armazenamento: o coco-verde é transportado em caminhões fechados (tipo baú) e, em geral, a granel, tendo-se o cuidado de cortar a ponta dos ramos florais após a colheita para evitar pequenos danos (arranhões e manchas escuras) aos frutos. Nesse tipo de transporte, devem-se evitar paradas longas ao sol, como forma de prevenir perdas e garantir a qualidade do fruto no ponto de entrega. O ideal é transportar sempre a carga de coco-verde em horários de temperaturas mais amenas para a melhor preservação da qualidade sensorial da água de coco entre a colheita e o consumo final. No ponto de distribuição, deve ser armazenado em galpões bem arejados e secos.

Uma solução para a comercialização da água de coco nas regiões fora das zonas de produção está na dependência direta de sua industrialização. O envasamento da água de coco aumenta o tempo de prateleira do produto e, ao mesmo tempo, propor-

ciona a regularização da oferta, reduzindo significativamente os efeitos da amplitude da sazonalidade da produção e dos preços.

Comportamento dos preços no Brasil

O conhecimento do comportamento dos preços ao longo do ano e dos anos é de fundamental importância para que produtores e demais agentes da cadeia produtiva possam melhor entender a sinalização das forças de mercado, determinantes da oferta e da demanda do produto.

No Nordeste, região fornecedora de mais de 90% do coco-seco comercializado no País, normalmente, a oferta e a demanda de coco-seco diminuem nos meses chuvosos (a oferta é menor que a demanda), o que faz com que os preços apresentem uma tendência à alta. Nos meses mais secos do ano, a oferta e a demanda melhoram, sendo que a oferta mostra-se levemente superior à demanda, provocando no preço uma tendência à baixa. Já o mercado do coco-verde é altamente influenciado pelo consumo in natura. A oferta e a demanda são maiores no período de outubro a março – período coincidente com as férias escolares e maior afluência de turismo no litoral brasileiro, o que provoca uma tendência crescente nos preços. Em contrapartida, a oferta e a demanda diminuem no período de abril a setembro (período das chuvas) e, devido à oferta no período ser maior que a demanda, o produto apresenta preços com tendência decrescente (Agrianual, 2010, 2014).

No Sudeste, observa-se na Ceagesp, principal centro de comercialização do País, que a época de melhores preços para o coco-seco ocorre entre junho e outubro, período em que, devido à estação chuvosa, a oferta do produto se retrai na região Nordeste. No mercado paulista a sazonalidade dos preços do coco-verde apresenta tendência crescente a partir de novembro, atingindo seu máximo no mês de março. Em Belo Horizonte, os maiores preços de coco-verde são registrados em fevereiro, que decrescem em seguida e atingem seu mínimo em dezembro. Já no mercado do Rio de Janeiro, os preços do coco-verde começam em ascensão no mês de setembro, atingindo seu máximo no mês de março, decrescendo em seguida, chegando ao mínimo em agosto (Agrianual, 2010, 2014).

No Centro-Oeste, os preços em Brasília, maior centro de comercialização da região, são em média 20% maiores que no Rio de Janeiro e registram a mesma sazonalidade, atingindo o máximo em fevereiro e o mínimo em agosto. Essa diferença nos preços de comercialização nas Centrais de Abastecimento do Distrito Federal (Ceasa) é devida ao fato dos frutos comercializados na Ceasa-RJ terem como origem o próprio estado, além da grande quantidade de fruto verde que chega ao Rio de Janeiro proveniente do Espírito Santo (Agrianual, 2010, 2014).

No Brasil, no período de 1980 a 2011, os preços pagos ao produtor de coco pelo produto (atualizados a novembro de 2011), disponibilizados pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) (Preços..., 2012; Índice..., 2013)

oscilaram com tendência à queda (Figura 1). Isso somado aos longos períodos de seca, ataques de pragas e outros fatores que fogem ao controle do produtor, o que provocou sua descapitalização e o deixou sem condições de aplicar as práticas de manejo adequadas, assim como de fazer novos investimentos na cultura.

Os preços externos dos derivados de coco, em geral, afetam diretamente a dinâmica do mercado interno.

O Brasil, apesar de ser um grande produtor de coco-seco e coco-verde, vem realizando historicamente importações de coco-seco ralado desidratado de países asiáticos, fato que tem gerado a queda de preços no mercado nacional em virtude de subsídios que esses países oferecem à cadeia produtiva de coco local. As importações afetam a sazonalidade na oferta e na demanda do produto nacional, prejudicando diretamente os preços recebidos pelos produtores de coco-seco. Exemplo disso ocorreu entre 2005 e 2006, quando o excesso de coco-ralado importado determinou a queda vertiginosa dos preços do coco-seco no mercado doméstico, período em que a unidade do fruto chegou a ser comercializada por menos de R\$ 0,20, ou mesmo deixou de ir ao mercado por falta de comprador, levando prejuízo e descapitalização aos produtores. As importações também podem afetar indiretamente o mercado e os preços do coco-verde, como ocorrido em 1997. Na época, ocorreu redução dos preços do coco-verde imediatamente após o pico das importações de coco-seco ralado desidratado naquele ano, queda registrada

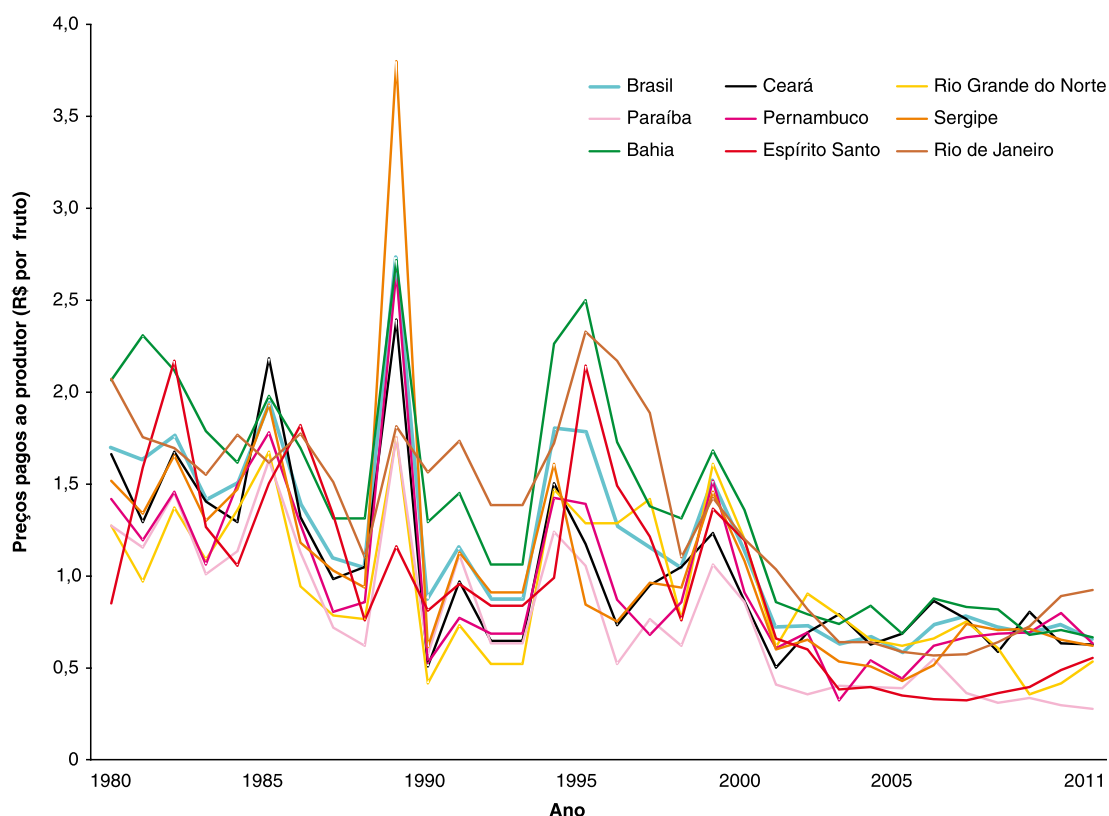


Figura 1. Flutuação do preço pago ao produtor de coco nos principais estados brasileiros produtores entre 1980 e 2011.

Fonte: Fundação Getúlio Vargas (Preços..., 2012, Índice..., 2013).

nos dados publicados pela FNP Consultoria & Comércio no *Anuário da agricultura brasileira*, cuja média anual dos preços por unidade de coco-verde praticada no Ceagesp de US\$1,37 em 1995, caiu para US\$1,07 e US\$ 0,65, em 1996 e 1997, respectivamente (Agrianual, 1997, 2002). O impacto indireto no preço do coco-verde deve-se ao fato do produtor do coqueiro-gigante, ao ver a demanda e o preço do coco-seco reduzidos no mercado, passa a comercializar frutos colhidos no ponto do coco-verde, ocasionando aumento na oferta desse pro-

duto e, conseqüente, redução do preço no mercado.

Acredita-se também que o baixo preço praticado pelos países asiáticos seja outro fator que estimulou as indústrias nacionais a importarem o coco-seco ralado desidratado, principalmente da Indonésia (60%), Filipinas (26%) e Vietnã (14%).

Com a criação e aprovação, a partir de 2002, das medidas de salvaguarda para a cultura do coqueiro que estabeleciam cotas de importação do coco-ralado desidratado, es-

perava-se uma melhoria do preço do coco-seco e, conseqüentemente, maior estímulo à renovação de coqueirais, situação que, de fato, não ocorreu. Essas medidas vigoraram por 10 anos e foram expiradas em 2012.

Cadeia produtiva no Brasil

Entre a produção e o consumo do coco, é necessária a intervenção de diversos tipos de agentes para que o produto chegue ao consumidor final, seja nas formas in natura ou industrializada.

O maior atrativo para os agentes que participam do processo de comercialização é a grande margem de lucro auferida na intermediação, resultante da diferença entre os preços pagos aos produtores e os preços que são cobrados dos consumidores. Essa margem de lucro torna-se maior no caso do pequeno produtor, que não dispõe de condições para comercializar diretamente sua produção, vendendo-a a pequenos intermediários, que, por sua vez, a repassam aos grandes intermediários e representantes das grandes indústrias (Cuenca, 1997, 2003). Devido à maior lucratividade auferida nesse elo da cadeia, alguns produtores, médios e grandes, passam também a atuar como intermediários na comercialização do coco. Em geral, o maior percentual da margem de lucro na comercialização fica com os intermediários, tendo em vista que eles apenas acrescentam ao preço do coco pago na propriedade os custos de transporte e o comercializam no destino final com grande margem de lucro.

Reportagem jornalística feita em 15 estados do País, principalmente nas cidades do litoral brasileiro, confirma essa afirmação, pois enquanto os produtores nordestinos recebiam, em média, R\$ 0,35 pela unidade de coco-verde na propriedade, a unidade do coco-verde era vendida, no final de 2012 e início de 2013, a preços que variavam entre R\$ 2,00 e R\$ 6,00, este último cobrado nas praias do Rio de Janeiro e São Paulo (Água..., 2013).

As margens de lucro geradas na comercialização do coco (e apropriadas pelos agentes que atuam, direta e indiretamente, nos diferentes elos da cadeia produtiva) dependem dos mecanismos de comercialização, do número de agentes intermediários envolvidos e de uma participação efetiva do produtor no processo. Uma vez organizados, em associações ou cooperativas, os produtores adquirem maior poder de barganha na venda do seu produto, apropriando-se de parte das margens de comercialização por reduzir o grau de intermediação, como aconteceu no Estado de Alagoas, onde os produtores membros da Associação dos Produtores de Coco de Alagoas (Prococo) conseguiram melhorar a participação no preço de atacado do coco-seco entre 1994 e 1995 (Cuenca, 1997).

O fruto do coqueiro, à exceção do que vai diretamente para a indústria, é objeto de até quatro transações comerciais (Figura 2).

Observa-se que, tanto o coco-verde quanto o coco-seco, à medida que sai da propriedade e vai passando por cada agente participante da cadeia de comercialização,

- b) fornecedores de mão de obra qualificada envolvida, principalmente, nas operações de fecundação artificial e não qualificada a ser utilizada no manejo, na colheita e no transporte das sementes, no caso da produção de sementes híbridas;
 - c) fornecedores de insumos em geral; e,
 - d) fornecedores de equipamentos e implementos agrícolas, dentre outros.
- Produtor de mudas: ocupa uma posição também muito importante na cadeia produtiva, já que a utilização de mudas de má qualidade comprometerá a produtividade e o retorno do investimento na cultura. Ele depende da participação de outros agentes da cadeia, tais como: a) os fornecedores de mão de obra para todas as operações realizadas no germinadouro e no viveiro, dentre outros; e, b) os agentes fornecedores de insumos, equipamentos e implementos agrícolas.
 - Produtor de coco: responde pela produção de coco utilizada tanto como matéria-prima na indústria, como no consumo in natura. Ele depende da participação de outros agentes da cadeia, tais como: a) os fornecedores de mão de obra para a realização de todas as operações agrícolas desde o preparo do terreno, passando pelo plantio, tratamentos culturais, colheita e transporte, dentre outros; e, b) os fornecedores de insumos, máquinas e implementos agrícolas, sistemas de irrigação, dentre outros. Algumas vezes os produtores atuam na comercialização de seus produtos diretamente com as indústrias, eliminando a intermediação.
 - Pequeno intermediário e pequeno atacadista do interior: são elementos importantes de ligação entre os produtores rurais e os grandes e médios intermediários e as indústrias. Depois de selecionados, os frutos são transportados ao seu destino final e entregues às indústrias locais, aos agentes das grandes indústrias e aos grandes atacadistas/intermediários locais ou do Sul/Sudeste e demais regiões do País. Eles dependem da participação de outros agentes da cadeia, tais como: a) os fornecedores de transporte; e, b) os fornecedores de mão de obra para as operações de descasca, carregamento, descarregamento e armazenamento, dentre outros.
 - Grande atacadista e grande intermediário: localizam-se nos grandes centros urbanos do Nordeste. O grande volume, principalmente do coco-seco, por eles intermediado é destinado às indústrias locais e de outras regiões do País. Na comercialização do coco-verde, além de venderem para as indústrias locais, eles também vendem diretamente aos comerciantes das feiras livres, mercados municipais, quiosques, mercearias e aos Ceasas. Possuem ou contratam serviços de transporte para levar os frutos aos destinos que ofereçam maior lucratividade, pois estão, constantemente, informados acerca dos preços, custos dos transportes e demanda do produto em todas as regiões do País. Eles dependem da participação de outros agentes da cadeia, tais como: a) os fornecedores de transporte; e, b) os fornecedores de mão de obra para as operações de descasca,

carregamento, descarregamento e armazenamento, dentre outros.

- Pequeno e grande agente das indústrias: desempenham papel importante no fornecimento de matéria-prima às indústrias locais, que na realidade são as principais compradoras do coco-seco no Nordeste. Os pequenos agentes atuam como intermediários entre o pequeno produtor e os grandes agentes das indústrias, oferecendo adiantamento a pequenos produtores, ou apenas comprando a produção desses na época da colheita, excluindo a participação de intermediários externos. Os grandes agentes das indústrias atuam de forma similar aos grandes intermediários no processo de compra do coco, mas como representantes das indústrias, repassam todo o produto para as indústrias que eles representam. Eles dependem da participação de outros agentes da cadeia, tais como: a) os fornecedores de transporte; e, b) os fornecedores de mão de obra para as operações de descasca, carregamento, descarregamento e armazenamento, dentre outros.
- Ceasas: são grandes fornecedores de coco, principalmente coco-verde para as feiras livres, mercados municipais, quiosques, mercearias e demais pontos de venda. A comercialização do coco-seco é bastante significativa em algumas Ceasas, a exemplo da Ceagesp. Os comerciantes que atuam nessas centrais de abastecimento dependem da participação de outros agentes da cadeia, tais como: a) os fornecedores de transporte; e, b) os fornecedores de mão de obra para as opera-

ções de carregamento, descarregamento e armazenamento.

- Comerciante varejista: atua nas feiras livres, nos quiosques, nos mercados municipais, nas mercearias, nos pontos de venda e nos pequenos e grandes supermercados, vendendo o produto tanto na forma in natura quanto industrializado. Participam desse elo da cadeia produtiva todos os agentes que auxiliam ou complementam as atividades de distribuição dos produtos.
- Indústria local: responsável pelo suprimento do mercado nacional de coco-ralado, leite de coco e seus derivados; pelo pré-processamento da água de coco destinada ao consumo local ou ao atendimento da demanda das médias e grandes indústrias do Sul/Sudeste e outras regiões do País; e também pelo processamento da casca do coco-seco e do coco-verde usada na fabricação de inúmeros produtos que utilizam a fibra e o pó da fibra na sua linha comercial. Participam desse elo da cadeia: a) os agentes da linha de produção e de limpeza; b) o pessoal técnico e administrativo; c) o setor de transporte; e d) as empresas fornecedoras de: transportes, insumos, máquinas e equipamentos, assistência técnica, propaganda e outros serviços.
- Médias e grandes indústrias do Nordeste e demais regiões do País: são responsáveis pelo processamento final da matéria-prima semi-industrializada que recebem das indústrias do nordeste. Em geral, os ramos industriais atendidos são os de alimentos e bebidas; condimentos e

especiarias; têxtil e artesanal; da química fina de óleos, de filtros de carvão ativado; briquetes de carvão, bem como de substratos orgânicos; e vários outros produtos elaborados a partir da fibra extraída da casca do coco. Participam como agentes importantes nesse elo da cadeia produtiva: a) os trabalhadores envolvidos na armazenagem, na limpeza, na segurança, no transporte (motoristas); b) os administradores; e c) as empresas fornecedoras de transporte, insumos, máquinas e equipamentos, assistência técnica, propaganda e outros serviços.

- Consumidores: os principais agentes de mercado atendidos no Brasil são os que demandam coco-ralado para uso na culinária doméstica e na indústria alimentícia, e água de coco para consumo, in natura ou industrializada.

Perspectivas do mercado no Brasil

De acordo com dados levantados pela Associação Brasileira dos Produtores de Coco (1995), 35% da produção brasileira são destinados às indústrias nordestinas, que produzem, além da água de coco, o coco-ralado e o leite de coco, para atendimento da demanda das grandes empresas do Sul/Sudeste produtoras dos mais variados derivados do coco; 35% comercializados diretamente nos mercados do Sudeste/Sul para atender às pequenas e médias indústrias de condimentos, cosméticos, docerias, padarias, sorveterias, etc.; e os 30% restantes ficam no mercado nordestino para

atender ao consumo in natura e também às pequenas indústrias de alimentos locais.

O fornecimento de albúmen sólido para as agroindústrias nacionais, advindo das plantações do coqueiro-gigante, tem declinado ao longo das últimas décadas em função da redução na oferta da matéria-prima. Redução essa, resultante em grande parte da falta de investimentos para renovação e/ou recuperação dos coqueirais com idade avançada, o que é responsável pela queda da produtividade observada nos últimos anos; e também, das constantes importações de coco-ralado desidratado dos países asiáticos, que tem impactado negativamente a produção nacional.

Com a criação e aprovação, a partir de 2002, das medidas de salvaguarda para a cultura do coqueiro, que estabeleciam cotas de importação do coco-ralado desidratado, esperava-se uma melhoria na oferta do coco-seco e, conseqüentemente, maior estímulo à renovação de coqueirais, o que de fato não ocorreu.

Essas medidas vigoraram por 10 anos e, ao serem expiradas em 2012, sinalizaram para a retomada das importações da matéria-prima, principalmente do coco-seco ralado desidratado e de frutos de coco-seco. Situação bastante favorável às indústrias nacionais que se beneficiaram dessa nova abertura de mercado para suprir seus próprios estoques, o que se constitui em grande ameaça à produção e à sobrevivência dos produtores brasileiros. Segundo o Sindicato dos Produtores de Coco do Brasil (Sindcoco) (Importações..., 2014), o volume

de importações do coco-seco ralado desidratado, entre janeiro e outubro de 2014, totalizou 20,5 mil toneladas do produto. Quantidade que representou aproximadamente 77% do consumo nacional aparente no referido período, o que reafirma a potencial ameaça que paira no cenário para a cocoicultura brasileira.

O potencial de expansão da demanda internacional pelo coco e seus coprodutos sinaliza para um mercado altamente promissor para o produto brasileiro. Exemplo disso é a recente proibição pelos Estados Unidos do uso de gorduras trans em todos os alimentos industrializados; e o óleo de coco (obtido a partir da copra) é considerado como potencial substituto, em razão dos prejuízos que essas gorduras causam à saúde humana (Governo..., 2015). Outra grande possibilidade da exploração desse óleo é em programas de produção de biodiesel (Fontes; Wandelely, 2006) e nas indústrias finas, pelo seu alto teor de ácido graxo láurico (Aragão, 2002).

A conquista de novos mercados ou a expansão dos já existentes certamente proporcionará, em curto e médio prazo, um salto qualitativo na capacidade instalada da agroindústria do coco, com consequente melhoria da margem de rentabilidade do setor e possibilidades reais de gerar aumento no nível de emprego e renda, entre outros benefícios. Tal fato ocorreu nas duas últimas décadas com o crescimento da industrialização e da comercialização da água de coco estimulado pela expansão do cultivo do coqueiro-anão para zonas fora do seu cultivo tradicional, e, principalmente,

para a região Sudeste. Exemplo disso foram os aumentos das vendas de coco-verde na Ceagesp, onde, entre 2001 e 2011, o volume e os preços dos frutos comercializados aumentaram 85% e 97%, respectivamente (Ceagesp, 2011).

O mercado de água de coco apresenta grandes perspectivas de crescimento no Brasil e no mundo, devido ao grande apelo que tem sobre a saúde e o fato de pertencer ao mercado de produtos naturais, que são fatores sociais que garantem a sustentabilidade do crescimento do setor. Nos Estados Unidos, esse produto já vem sendo largamente comercializado e no mercado europeu apresenta também grande potencial de consumo. O Brasil, pelas suas características, como clima, solo e grande extensão de área litorânea, adequadas para o desenvolvimento do coqueiro-anão, apresenta um grande potencial produtivo, o que tem estimulado grandes empreendimentos a investir no País com vistas a suprir o potencial aumento de demanda a ser criado a médio e longo prazo.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas (2013), o mercado de água de coco no Brasil movimentou, em 2010, apenas 60 milhões de litros ao ano, o que representa um consumo de 320 mL por habitante por ano, insignificante se comparado ao consumo de refrigerantes que foi de 75 L por habitante por ano. Mas, se for comparado o crescimento do consumo, verifica-se que o de água de coco atingiu 14%, superando o das bebidas prontas, que apresentou evolução de apenas 9%. A pequena participação

da água de coco no mercado de refrigerantes e bebidas isotônicas demonstra o alto potencial para o crescimento do seu consumo no Brasil, fato que seguramente motivou a PepsiCo – segunda maior fabricante de refrigerantes do mundo – a comprar 100% da empresa Água de Coco da Amazônia (Amacoco), dona das marcas Kero Coco e Trop Coco, que controlam 70% do mercado nacional da bebida. Somente em 2008, as vendas de água de coco em embalagens do tipo longa vida movimentaram 195 milhões de reais, dos quais a Amacoco respondeu por 61% com a venda de 40 milhões de litros de água de coco (Associação Brasileira de Supermercados, 2012). Segundo Ferreira et al. (2011), trata-se de um setor em constante crescimento, pois, de acordo com dados informais levantados pela agroindústria do coco no Brasil, há um mercado potencial de 560 milhões de litros por ano para suprir a demanda interna, cujo consumo é de, aproximadamente, 350 milhões de litros de água de coco por ano e, desse volume, 300 milhões são consumidos na forma in natura. Estima-se ainda que, somente em 2010, houve um crescimento nas vendas de água de coco embalada em caixinhas longa vida, atingindo, aproximadamente, 18% desse mercado.

Segundo Viviane (2013), consultor especializado do mercado de bebidas, o potencial de crescimento com a entrada de uma multinacional no setor é enorme. Um exemplo foi o que aconteceu com sucos a base de soja, pois, segundo ele, no princípio, o consumidor reprovava bebidas a base de soja, até que a Unilever entrou na categoria e

lançou a marca Ades, mercado que, entre 2003 e 2008, quadruplicou o valor das vendas, atingindo ao final desse período um faturamento de 672 milhões de reais.

Apesar de o Brasil possuir uma área plantada de aproximadamente 90.000 ha de coqueiro-anão, as indústrias estabelecidas no País tem argumentado que a oferta de matéria-prima disponível é insuficiente para atender a demanda do setor. Essa justificativa, aliada à expiração em 2012 das medidas de salvaguarda do coqueiro, tem motivado, nos últimos anos, um crescimento das importações de água de coco concentrada provenientes, principalmente, das Filipinas. De acordo com o boletim mensal publicado pelo Sindcoco (Sobem..., 2015) e com base em informações da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, entre outubro de 2014 e março de 2015, foram registrados aumentos de 87% na importação do produto e no primeiro trimestre de 2015 um aumento de 97% comparado ao mesmo período do ano anterior. No Brasil, o produto importado é diluído numa proporção de 1 L do concentrado para 10 L de água, por isso, o volume disponibilizado no País passa a ser então dez vezes superior ao total importado. A concorrência com os países Asiáticos (maiores produtores do mundo) torna-se bastante desigual no agronegócio do coco, considerando os subsídios oferecidos pelos governos daqueles países aos seus produtores (A Polêmica..., 2013).

Com a sinalização do mercado para uma grande oferta de coco-verde no mercado interno nos próximos anos, espera-se que

novas alternativas de comercialização possam facilitar o escoamento da produção nacional, seja em razão do fortalecimento do associativismo ou simplesmente aliado a mecanismos de vendas diretas ou de bolsas de mercadorias. Trata-se de uma estratégia de comercialização já colocada em prática no Nordeste, pelos grupos: Coco do Vale (em Petrolina, PE), Coco do Vale do Alto Piranhas (em Sousa, PB) e no Platô de Neópolis, SE.

A fim de possibilitar a participação de um número maior de empresas no processo de industrialização, ainda se faz necessário altos investimentos em pesquisas, visando aumentar a durabilidade e a qualidade do produto na prateleira. Pesquisas nessa linha do conhecimento complementariam o estoque de tecnologias de produção gerado pela pesquisa, principalmente, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e nas universidades.

O óleo de coco continua a ser a principal fonte de ácido láurico para as indústrias de detergentes e sabões pelas suas características espumante, bactericida, germicida e principalmente por ser biodegradável e, portanto, segundo Cuenca (1998), não poluidor do meio ambiente. Atualmente, devido à monolaurina, o ácido láurico passou a ser utilizado na medicina, no controle do vírus HIV e do herpes, além de diferentes bactérias patogênicas (Aragão et al., 2009; Barreto et al., 2009).

O ácido láurico é a matéria-prima para diversos produtos de uso rotineiro na indústria de química fina, cosméticos, domissanitários e até em alimentos, na forma de emulsifican-

tes e estabilizantes naturais. Entra na fabricação de sabões e sabonetes e na produção de derivados, tais como alcanolamidas ou amidas de ácido graxo de coco, álcool láurico e seus derivados como o laurilsulfato de sódio e laurato de sorbitano. Todos esses produtos são tensoativos utilizados nas indústrias cosméticas e de higiene pessoal, farmacêutica e de domissanitários. A produção nacional de produtos derivados láuricos a partir do óleo de coco colocará em uma nova perspectiva de mercado o setor dermocosmético nacional, com maior competitividade na economia globalizada (Aragão et al., 2009; Barreto et al., 2009).

Acasca do coco (tanto do coco-verde quanto do coco-seco) é uma excelente matéria-prima para a fabricação de diversos produtos e coprodutos, em escala industrial, contribuindo para a geração de emprego e renda no agronegócio do coco. Esse material, por ser ecologicamente biodegradável, pode ajudar na preservação do meio ambiente e na agricultura, economizando o uso de insumos, como água e alguns fertilizantes. Tradicionalmente, esse coproduto costuma ser queimado nos locais de descasque dos frutos ou simplesmente descartado.

A casca do coco-seco é utilizada na fabricação de papel e celulose, revestimento térmico e acústico, combustível para caldeiras, confecção de tapetes, capachos, bem como na fabricação de substratos utilizados no cultivo orgânico e em viveiros. No setor automotivo, o emprego da fibra de coco-seco na fabricação de assentos e no revestimento interno de veículos já é fato concreto na montadora Daimlerchrysler,

que controla as marcas Mercedes-Benz e Chrysler. Desde 2001, os veículos Classe A da fábrica da Mercedes em Juiz de Fora, MG, e os caminhões montados na fábrica do ABC Paulista passaram a ser equipados com estofamentos de fibra de coco e látex natural produzidos pela Poematec Fibras Naturais da Amazônia. Outras montadoras tentaram seguir o exemplo, mas tal iniciativa não prosseguiu em virtude da pouca comercialização da fibra no mercado.

No entanto, a casca do coco-verde ao ser descartada torna-se geradora de resíduos nocivos ao meio ambiente. Mas, a partir da década de 1990, esse subproduto passou a constituir um importante elo da cadeia produtiva, a exemplo da grande quantidade de cascas que vem sendo processada para obtenção das fibras utilizadas na fabricação de inúmeros produtos e do pó residual que é utilizado mundialmente como substrato para plantas. A Embrapa Agroindústria Tropical desenvolveu estudos visando à utilização do pó da casca do coco-verde para produção de substrato agrícola. Segundo Rosa et al. (2001), a utilização desse tipo de substrato (100% natural) traz ainda como vantagem ambiental alternativa ao uso da turfa e da areia e a diminuição dos custos dos serviços municipais de coleta de lixo e da movimentação diária dos grandes volumes de resíduos gerados nos locais de processamento e consumo do coco-verde in natura.

Referências

A POLÊMICA guerra da água de coco. Disponível em: <http://www.sindcoco.com.br/noticia_detalhe.php?idNoticia=21>. Acesso em: 29 jan. 2013.

AGRIANUAL 2002: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2002.

AGRIANUAL 2010: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2010.

AGRIANUAL 2014: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2010.

AGRIANUAL 97: anuário estatístico da agricultura. São Paulo: FNP, 1997.

ÁGUA e cerveja chegam a custar o dobro de uma praia para outra. **O Globo**, 5 jan. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/turismo-e-viagem/noticia/2013/01/agua-e-cerveja-chegam-custar-o-dobro-de-uma-praia-para-outra-no-pais.html>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco**: pós colheita. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 76 p. (Frutas do Brasil, 29).

ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; MELO, M. F. de V. Cultivares de coqueiro para a produção de coco seco: coqueiro gigante vs híbridos. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 37-60.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS. **Pepsico fecha acordo para comprar 100% da água-de-coco da Amazônia**. 2009. Disponível em: <<http://www.abrasnet.com.br/clipping.php?area=10&clipping=8292>>. Acesso em: 29 nov. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE COCO. **Dossiê sobre importação de coco**. Recife, 1995.

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTES E DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS. Disponível em: <<http://www.abir.org.br>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

BARRETO, L. G.; ARAGÃO, W. M.; LOIOLA, C. M.; MOURA, C. R. F. Estratégias para uso e desenvolvimento dos produtos e co-produtos do coco seco com ênfase na pequena produção. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 25-36.

CEAGESP: alta de 132% na média dos preços, desde 2001. **Informativo CGPCP**, ano 5, v. 46, dez./jan. 2011. Fruticultura. Disponível em: <[http://www.fruticultura.org/documentos/3/INFORMATIVO CGPCP-volume46.pdf?1305743203](http://www.fruticultura.org/documentos/3/INFORMATIVO%20CGPCP-volume46.pdf?1305743203)>. Acesso em: 3 jan. 2013.

CUENCA, M. A. G. Importância econômica do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Aracaju: Embrapa-CPAT, 1997. p. 17-56.

CUENCA, M. A. G.; SIQUEIRA, L. A. Aspectos econômicos do coqueiro. In: FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; FERNANDES, M. F. (Ed.). **Coco: produção, aspectos técnicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 65-71. (Frutas do Brasil, 27).

FERREIRA, J. M. S.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; MIRANDA, F. R. de; CINTRA, L. F. D.; BASTOS, E. A. Coco 'anão'. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 264, p. 49-62, set./out. 2011.

FONTENELE, R. E. S. Cultura do coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas atuais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** [S.l.]: Sober, 2005. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/2/168.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2013.

FONTES, H. R.; WANDERLEY, M. **Situação atual e perspectivas para a cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 16 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 94).

GOVERNO americano proíbe gordura trans em todos os alimentos. **O Globo**, 16 jun. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/06/governo-americano-proibe-gordura-trans-em-todos-os-alimentos.html>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

IMPORTAÇÕES de coco ralado estão em queda. **Boletim Mensal**, abr. 2015. Disponível em: <<http://www.sindcoco.com.br/imgs/pdf/informativos/27.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2015.

IMPORTAÇÕES de coco ralado oscilaram significativamente no ano de 2014. **Boletim Mensal**, nov. 2014. Disponível em: <<http://www.sindcoco.com.br/imgs/pdf/informativos/24.pdf>>. Acesso em: 3 jul. 2015.

ÍNDICE geral de preços: disponibilidade interna (índice 2). Disponível em: <<http://www.indicadores.hpg.ig.com.br>>. Acesso em: 18 maio 2013.

MELLO, C. P. de. O mercado de coco-verde. **Bahia Agrícola**, v. 2, n. 1, p. 46-51, 1997.

PREÇOS pagos aos produtores de coco. Disponível em: <<http://www.preçosagropecuários.hpg.ig.com.br>>. Acesso em: 18 dez. 2012.

QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 1999. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/153831/recursos-geneticos-e-melhoramento-de-plantas-para-o-nordeste-brasileiro>>. Acesso em: 22 jan. 2015.

RÊGO FILHO, L. de M.; BARROS, J. C. das S. M. de; CELESTINO, R. C. A.; SOUZA FILHO, B. F. de; SILVA, J. A. da C. e; FERNANDES, S. G.; SARMENTO, W. da R. M.; COSTA, R. A. da; OLIVEIRA, L. A. A. de; CARVALHO, S. M. P. de; CUNHA, H. **A cultura do coco-verde: perspectivas, tecnologias, viabilidade**. Niterói: Pesagro-Rio, 1999. 48 p. (Pesagro-Rio. Documentos, 47).

ROSA, M. de F.; ABREU, F. A. P. de; FURTADO, A. A. L.; BRÍGIDO, A. K. L.; NORÕES, R. D. de V. **Processo agroindustrial: obtenção de pó de casca de coco-verde**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 3 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 61). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/425163>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

SENHORAS, E. M. Oportunidades da cadeia agroindustrial do coco verde: do coco-verde nada se perde, tudo se desfruta. **Revista Urutágua**, n. 5, 2004.

SOBEM importações de suposta água de coco. **Boletim Mensal**, abril 2015. Disponível em: <<http://www.sindcoco.com.br/imgs/pdf/informativos/27.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2015.

VIVIANE, A. **Pepsico fecha acordo para comprar 100% da água-de-coco da Amazônia**. Disponível em: <geein.fclar.unesp.br/jornais_det.php?codigo=8007>. Acesso em: 3 jan. 2013.

Capítulo 4

Aspectos econômicos

Manuel Alberto Gutierrez Cuenca

Introdução

A rentabilidade apresentada pelo agro-negócio do coco no Brasil estimulou mudanças no sistema produtivo, priorizando a adoção de novas tecnologias nas áreas de expansão da cultura, plantadas, em sua maioria, com cultivares de coqueiro-anão e coqueiro-híbrido. Esse fato contribuiu para o crescimento, entre 1990 e 2013, da produção, da área colhida e da produtividade em 162%, 20% e 118%, respectivamente.

Avaliar os custos de produção e a rentabilidade da cultura é de fundamental importância para auxiliar o agricultor na tomada de decisão em relação à implantação da cultura do coqueiro. A rigor, não há um custo de produção que possa ser generalizado para todas as regiões, devido à heterogeneidade das condições de solo, de relevo, de clima e dos níveis de manejo adotados, bem como os custos dos insumos.

Para realizar a análise dos custos e da rentabilidade da cocoicultura, serão considerados os coeficientes técnicos e os preços dos fatores de produção necessários para a implantação e manejo de 1 ha de plantio, levando em consideração os custos totais do coqueiro-gigante e do coqueiro-anão irrigados nos primeiros 10 anos após a implantação

da cultura. Para o coqueiro-híbrido, devem-se considerar os coeficientes técnicos e os fatores de produção apresentados para o coqueiro-anão, entretanto, valores relativos às horas de máquinas e de homens trabalhadas, quantidade de insumos e inclusive número de mudas deverão ter uma redução estimada em torno de 20%, em função da menor densidade de plantio do coqueiro-híbrido (162 plantas por hectare). Outro fator a ser ajustado é o valor da muda cotado em R\$ 12,00 para o coqueiro-híbrido e em R\$ 4,00 para o coqueiro-anão (valor praticado em 2014).

Convém ressaltar que o produtor interessado em plantios irrigados, seja de coqueiro-anão ou de coqueiro-híbrido, necessitará um investimento inicial em equipamentos de irrigação no valor aproximado de R\$ 2.500,00 a R\$ 3.000,00 por hectare, considerando-se um módulo de operação de até 30 ha.

É interessante lembrar que no cálculo dos gastos com irrigação deverão ser considerados os custos de manutenção e reposição de peças do sistema de irrigação, tarifas de energia elétrica e água, assim como os custos de amortização dos respectivos equipamentos, os quais têm, em média, uma vida útil de 10 anos. Para isso, calcula-se uma amortização ou valor de depreciação equivalente a 10% ao ano.

Coeficientes técnicos e custos da cocoicultura

Os coeficientes técnicos refletem o conjunto de possibilidades de produção em um determinado período. São valores nu-

méricos que expressam as quantidades de insumos e de serviços necessários para produzir um produto. Os coeficientes técnicos são responsáveis pela formação do fluxo de caixa de um projeto de investimento, além de serem parâmetros indicadores de consumo de insumos e fatores de produção utilizados nos diversos sistemas produtivos. Os coeficientes técnicos variam segundo o sistema de cultivo, o material vegetal utilizado, as condições edafoclimáticas da região, as políticas agrícolas e a localização do plantio em relação à disponibilidade de mão de obra, insumos e mercado, entre outras. Os preços unitários do aluguel de máquinas, da mão de obra e dos insumos, considerados para o cálculo dos custos anuais nos diferentes plantios, referem-se à média paga pelos produtores na região no ano do empreendimento.

As matrizes dos coeficientes técnicos e dos respectivos custos para a implantação e manutenção até o 10º ano de 1 ha do coqueiro-gigante são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, e para a implantação de 1 ha de coqueiro-anão, nas Tabelas 3 e 4. Aos custos anuais deverão ser acrescidos, em todos os casos, os juros bancários de 6% a.a. Vale ressaltar que no caso do coqueiro-gigante, as quantidades necessárias de cada coeficiente tornam-se similares a partir do 7º ano do plantio, e no caso do coqueiro-anão, já a partir do 5º ano.

Nos primeiros 10 anos de cultivo do coqueiro-gigante, o ano do plantio é o que exige maior quantidade de recursos financeiros do produtor, atingindo 14% dos custos totais acumulados até o 10º ano de ativida-

des. No plantio, as operações de campo e os insumos se apresentam como os itens de maior despesa, representando 62% e 28%, respectivamente, do total gasto naquele ano, alcançando ao final do 10º ano, 53% e 27%, respectivamente, dos gastos acumulados totais (Tabela 2).

No coqueiro-anão, o custo da implantação responde por 6% do custo acumulado total até o 10º ano de atividades no coqueiral. Do valor pago na implantação, as despesas com operações de campo, os insumos, e os gastos com operações de irrigação representam 54%, 29% e 8%, respectivamente. A partir do 6º ano de atividades, esses itens representam 15%, 72% e 2%, respectivamente, do total gasto anualmente com a manutenção do coqueiral (Tabela 4).

O custo e a receita acumulados até o 10º ano do plantio do coqueiro-anão são 268% e 382% maior do que o acumulado no coqueiro-gigante, respectivamente. A diferença nos custos se dá em função, principalmente, do maior número de plantas usado por hectare e, conseqüentemente, da maior necessidade de insumos e tratamentos culturais requeridos para o bom desenvolvimento da planta; e a diferença na receita, ao alto potencial produtivo dessa variedade.

A utilização de cultivares e de tecnologias inovadoras, que gerem altas produtividades, é a única alternativa para a cocoicultura brasileira, pois na situação em que se encontram os plantios de coqueiro-gigante – baixa produtividade, de 30 frutos por planta por ano, senilidade das plantas e cul-

Tabela 1. Coeficientes técnicos para a implantação e manutenção de 1 ha de coqueiro-comum no espaçamento de 9 m x 9 m x 9 m (142 pés por hectare). Recomendações da Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Discriminação	Unidade	Preço unitário (R\$)	Implantação	Manutenção										
				1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano	
Desmatamento/enleiramento	H/M-TE	140,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aração e gradagem	H/M-TP	60,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aplicação de calcário	H/M-TP	60,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Marcação e piqueteamento	H/D	35,0	3,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Abertura de covas	H/M-TP	60,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Enchimento de covas	H/D	35,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plantio e replantio	H/D	35,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rocagem mecanizada	H/M-TP	60,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Aplicação de fertilizantes	H/D	35,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Aplicações de herbicida	H/D	35,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Combate à formiga	H/D	35,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pulverização manual	H/D	35,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pulverizações mecânicas	H/M-TP	60,0	0,0	4,0	4,0	4,0	4,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Mudas (plantio e replantio)	uni.	3,0	142,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Formicida	kg	13,0	2,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inseticida líquido	L	70,0	0,3	0,5	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Calcário dolomítico	t	280,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ureia	kg	1,6	43,0	40,0	81,0	122,0	162,0	203,0	243,0	284,0	284,0	284,0	284,0	284,0
Superfosfato simples	kg	1,1	114,0	30,0	60,0	91,0	121,0	152,0	182,0	213,0	213,0	213,0	213,0	213,0
Cloreto de potássio	kg	1,7	47,0	30,0	60,0	91,0	121,0	152,0	182,0	213,0	213,0	213,0	213,0	213,0
Fungicidas	kg	30,0	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Herbicida	L	42,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Cobertura morta/coroamento	H/D	35,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Colheita e limpeza da copa	H/D	35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Descascamento dos frutos	H/D	35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Transporte frutos e insumos	H/M-TP	60,0	5,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Carregamento de caminhão	H/D	35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0

⁽¹⁾ H/M-TE = horas por máquina (trator de esteira); H/M-TP = horas por máquina (trator de pneu); H/D = homens por dia.

Tabela 2. Custos de plantio em reais e manutenção de 1 ha de coqueiro-comum no espaçamento 9 m x 9 m x 9 m (142 pés por hectares). Recomendações da Embrapa Tabuleiros Costeiros.⁽¹⁾

Discriminação	Implantação	Manutenção									
		1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
Desmatamento/enleiramento	980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aração e gradagem	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aplicação de calcário	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marcação e piqueteamento	105	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abertura de covas	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enchimento de covas	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plantio e replantio	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rocagem mecanizada	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
Aplicação de fertilizantes	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Aplicações de herbicida	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Combate à formiga	70	70	70	-	-	-	-	-	-	-	-
Pulverização manual	35	35	35	35	-	-	-	-	-	-	-
Pulverizações mecânicas	-	240	240	240	240	720	720	720	720	720	720
Mudas (plantio e replantio)	426	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formicida	26	13	13	-	-	-	-	-	-	-	-
Inseticida líquido	21	35	49	49	70	70	70	70	70	70	70
Calcário dolomítico	560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ureia	69	64	130	195	259	325	389	454	454	454	454
Superfosfato simples	125	33	66	100	133	167	200	234	234	234	234
Cloreto de potássio	79	50	101	153	203	255	306	358	358	358	358
Fungicidas	9	9	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Herbicida	-	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Discriminação	Implantação		Manutenção									
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano		
Cobertura morta/coroamento	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175		
Colheita e limpeza da copa	-	-	-	-	-	-	-	280	280	280		
Descascamento dos frutos	-	-	-	-	-	-	-	35	35	35		
Transporte frutos e insumos	300	-	-	120	120	360	360	360	360	360		
Carregamento de caminhão	-	-	-	-	-	140	140	140	140	140		
Energia e administração	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
Custos de operação anuais	4.220	1.480	1.569	1.638	1.892	2.523	3.051	3.518	3.518	3.518		
Juros de capital (10%)	422	148	157	164	189	252	305	352	352	352		
Custos totais anuais	4.642	1.628	1.726	1.802	2.081	2.776	3.356	3.869	3.869	3.869		
Custos acumulados	4.642	6.271	7.997	9.799	11.880	14.655	18.011	21.881	25.750	29.619	33.488	

(1) Informações atualizadas de produtores nordestinos e pesquisadores da Embrapa Tabuleiros Costeiros, colhidas verbalmente nos últimos 10 anos.
Fonte: Recomendações... (1993).

Tabela 3. Coeficientes técnicos para plantio e manutenção de 1 ha de coqueiro-anão no espaçamento 7,5 m x 7,5 m x 7,5 m (205 pés por hectare). Recomendações da Embrapa Tabuleiros Costeiros⁽¹⁾.

Discriminação	Unidade	Preço unitário	Implantação	Manutenção									
				1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
Desmatamento/enleiramento	H/M-TE	140,0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aração e gradagem	H/M-TP	60,0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aplicação de calcário	H/M-TP	60,0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marcação e piqueteamento	H/D	35,0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abertura de covas	H/M-TP	60,0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enchimento de covas	H/D	35,0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantio e replantio	H/D	35,0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rocagem mecanizada	H/M-TP	60,0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Aplicação incorporação de fertilizantes	H/D	35,0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Aplicações de herbicida	H/D	35,0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Combate à formiga	H/D	35,0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Pulverização manual	H/D	35,0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Pulverizações mecânicas	H/M-TP	60,0	0	4	4	8	12	12	12	12	12	12	12
Manejo de irrigação	H/D	35,0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mudas	uma	3,5	205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Formicida (isca)	kg	13,0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Inseticidas líquidos	L	70,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Calcário dolomítico	t	280,0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estero cortido	kg	1,5	200	2.000	2.000	2.000	4.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Ureia	kg	1,6	43	146	293	439	586	586	586	586	586	586	586

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Discriminação	Unidade	Preço unitário	Implantação	Manutenção									
				1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
Superfosfato simples	kg	1,1	114	102	205	307	410	410	410	410	410	410	410
Cloreto de potássio	kg	1,7	47	123	246	369	492	492	492	492	492	492	492
Sulfato de zinco	kg	4,5	1	1	1	3	8	8	24	24	24	24	24
Sulfato de cobre	kg	9,3	1	1	1	1	1	1	20	20	20	20	20
Sulfato de manganês	kg	5,1	1	1	1	3	6	6	20	20	20	20	20
Bórax	kg	4,6	1	1	2	2	3	3	10	10	10	10	10
Óleo algodão	L	4,0	0	0	0	0	36	36	36	36	36	36	36
Detergente	L	2,0	0	0	0	0	24	24	24	24	24	24	24
Fungicidas	kg	34,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Herbicida	L	42,0	1	1	2	2	4	4	4	4	4	4	4
Colheita	H/D	35,0	0	0	0	14	14	14	14	14	14	14	16
Poda dos cachos	H/D	35,0	0	0	0	8	8	8	12	12	12	12	12
Contagem	H/D	35,0	0	0	0	8	8	8	12	12	12	12	12
Transporte frutos e insumos	H/M-TP	60,0	6	4	4	4	6	6	6	12	12	12	12
Carregamento de caminhão	H/D	35,0	6	4	4	4	6	6	6	12	12	12	12
Abertura de valeta	H/M-TP	60,0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fechamento da valeta	H/D	35,0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Administração	R\$												
Instalação do sistema	Serviço técnico	Em R\$	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortização sistema irrigação (10%)	s/R\$ 3.000	Em R\$	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Energia (irrigação e casa)	R\$	Em R\$	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Juros de capital (10%)													

(1) Informações atualizadas de produtores nordestinos e pesquisadores da Embrapa Tabuleiros Costeiros, colhidas verbalmente nos últimos 10 anos.
Fonte: Recomendações... (1993).

Tabela 4. Custos de plantio e manutenção de 1 ha de coqueiro-anão no espaçamento 7,5 m x 7,5 m x 7,5 m (205 pés por hectare). Recomendações da Embrapa Tabuleiros Costeiros⁽¹⁾.

Discriminação	Implantação	Manutenção									
		2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano	
Desmatamento/enleiramento	980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gradagem	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aplicação de Calcário	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Marcação e Piqueteamento	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Abertura de covas	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Enchimento de covas	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Plantio e replantio	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Roçagem mecanizada	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	
Aplicação incorporação de fertilizantes	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
Aplicações de herbicida	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
Combate à formiga	70	70	70	-	-	-	-	-	-	-	
Pulverização manual	70	70	70	70	-	-	-	-	-	-	
Pulverizações mecânicas	-	240	240	480	720	720	720	720	720	720	
Manejo de irrigação	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	
Mudas	718	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Formicida (isca)	26	13	13	-	-	-	-	-	-	-	
Inseticidas líquidos	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
Calcário dolomítico	560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Estercor curtido	290	2.900	2.900	2.900	5.800	8.700	8.700	8.700	8.700	8.700	
Ureia	69	234	469	702	938	938	938	938	938	938	
Superfosfato simples	125	112	226	338	451	451	451	451	451	451	
Cloreto de potássio	79	207	413	620	827	827	827	827	827	827	

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Discriminação	Implantação	Manutenção									
		2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano	
Sulfato de zinco	5	5	5	11	36	36	110	110	110	110	
Sulfato de cobre	5	5	9	13	13	13	189	189	189	189	
Sulfato de manganês	3	3	3	13	31	31	104	104	104	104	
Bórax	5	5	7	7	12	12	47	47	47	47	
Óleo algodão	-	-	-	-	144	144	144	144	144	144	
Detergente	-	-	-	-	48	48	48	48	48	48	
Fungicidas	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
Herbicidas	42	42	63	84	168	168	168	168	168	168	
Colheita e limpeza da copa	-	-	-	210	280	280	315	315	350	350	
Poda dos cachos	-	-	-	35	70	70	70	70	105	105	
Contagem	-	-	-	35	35	35	70	70	70	70	
Transporte frutos e insumos	360	240	240	240	360	360	360	720	720	720	
Carrego de caminhão	210	140	140	140	175	210	210	210	245	245	
Abertura de valeta	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fechamento da valeta	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Administração	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
Instalação do sistema	215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Amortização e manutenção sistema de irrigação	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Energia (irrigação e casa)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Custos de operação anuais	6.379	5.648	6.231	7.262	11.471	14.406	14.835	15.195	15.300	15.300	
Juros de capital (10%)	638	565	623	726	1.147	1.441	1.483	1.519	1.530	1.530	
Custos totais anuais	7.017	6.213	6.854	7.989	12.618	15.846	16.318	16.714	16.830	16.830	
Custos acumulados	7.017	13.230	20.085	28.073	40.691	56.537	72.856	89.570	106.400	123.230	

⁽¹⁾ Informações atualizadas de produtores nordestinos e pesquisadores da Embrapa Tabuleiros Costeiros, colhidas verbalmente nos últimos 10 anos.

Fonte: Recomendações... (1993).

tivados em semiextrativismo – a tendência é a cultura desaparecer ou ser substituída por outros cultivos.

Retornos econômicos da cocoicultura

O conhecimento dos custos e rentabilidade econômica da atividade para a qual o produtor dedicará seus recursos produtivos e financeiros é de fundamental importância na decisão de qualquer investimento. As taxas de retornos ao capital investido são as que afetarão sua decisão, pois caso o investimento não apresente taxas satisfatórias de remuneração, seu capital será aplicado em atividades de maior competitividade e mais rentáveis. Por ser a cocoicultura uma atividade de longo prazo, a tomada de decisão do investidor deverá considerar os custos de produção e produtividades obtidas ao longo do período, além das condições de mercado atuais, assim como as perspectivas do mercado do produto a ser gerado.

Para analisar as possibilidades do fluxo de caixa (retorno dos investimentos) na cocoicultura brasileira, foram considerados os custos de produção (Tabelas 2 e 4), as produtividades do coqueiro-gigante e do coqueiro-anão (Tabela 5) e os preços recebidos pelos produtores de coco-seco e coco-verde, (Tabelas 6 e 7).

Convém ressaltar que as produtividades apresentadas referem-se a plantios tecnificados, localizados em regiões com condições edafoclimáticas favoráveis à cultura e que seguem as recomendações

Tabela 5. Produtividade por planta por ano e número de plantas por hectare do coqueiro-gigante e do coqueiro-anão.

Idade da planta (ano)	Produção de frutos por planta por ano	
	Coqueiro-gigante sem irrigação ⁽¹⁾	Coqueiro-anão irrigado ⁽²⁾
3	-	20
4	-	60
5	5	80
6	20	100
7	30	160
8	50	180
9	60	190
10	80	200
Do 11º ao 20º	80	200
Do 21º ao 30º	80	200

⁽¹⁾ Com 142 plantas por hectare. ⁽²⁾ Com 205 plantas por hectare.

Nota: Informações atualizadas de produtores nordestinos e pesquisadores da Embrapa Tabuleiros Costeiros, colhidas verbalmente nos últimos 10 anos.

Fonte: Recomendações... (1993).

técnicas preconizadas pela Embrapa (Recomendações..., 1993). Os preços seguem os valores recebidos por fruto pelos produtores de coco-seco (R\$ 1,00) e de coco-verde (R\$ 0,65) em 2011, atualizados pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna da Fundação Getúlio Vargas (2013). A Tabela 6 apresenta a estimativa do fluxo de caixa acumulado do 5º ao 30º ano para 1 ha do coqueiro-gigante.

Considerando o preço médio de R\$ 1,00 por fruto, calculado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) em 2011, simulou-se uma variação de preço no mercado do coco-seco de R\$ 0,70 a R\$ 1,30 por fruto. Observa-se na Tabela 6 que o produtor somente ob-

Tabela 6. Fluxo de caixa em reais de 1 ha de coqueiro-gigante aos diversos preços pagos aos produtores de coco-seco.

Ano	Custo acumulado (R\$)	Produto acumulado (Número de cocos/ha)	Diferença acumulada em reais entre receita e custo para cada preço por fruto ⁽¹⁾						
			R\$ 0,70	R\$ 0,80	R\$ 0,90	R\$ 1,00	R\$ 1,10	R\$ 1,20	R\$ 1,30
1	4.642	0	-4.642	-4.642	-4.642	-4.642	-4.642	-4.642	-4.642
2	7.997	0	-7.997	-7.997	-7.997	-7.997	-7.997	-7.997	-7.997
3	9.799	0	-9.799	-9.799	-9.799	-9.799	-9.799	-9.799	-9.799
4	11.880	0	-11.880	-11.880	-11.880	-11.880	-11.880	-11.880	-11.880
5	14.655	710	-14.158	-14.087	-14.016	-13.945	-13.874	-13.803	-13.732
6	18.011	3.550	-15.526	-15.171	-14.816	-14.461	-14.106	-13.751	-13.396
7	21.881	7.810	-16.414	-15.633	-14.852	-14.071	-13.290	-12.509	-11.728
8	25.750	14.910	-15.313	-13.822	-12.331	-10.840	-9.349	-7.858	-6.367
9	29.619	23.430	-13.218	-10.875	-8.532	-6.189	-3.846	-1.503	840
10	33.488	34.790	-9.135	-5.656	-2.177	1.302	4.781	8.260	11.739
20	72.181	148.390	31.692	46.531	61.370	76.209	91.048	105.887	120.726
30	110.874	455.890	208.249	253.838	299.427	345.016	390.605	436.194	481.783

⁽¹⁾Receita Líquida Anual = Receita Bruta Acumulada – Custo acumulado.

terá receita líquida após o 9º e 10º ano do plantio quando o preço do coco praticado na época for superior a R\$ 1,00 o fruto. No 10º ano do plantio a receita líquida gerada seria de aproximadamente R\$ 1.302,00. Se na ocasião ocorrer uma queda equivalente a 10% nos preços pagos ao produtor, a receita líquida gerada seria negativa de R\$ 2.177,00. Mas, em contrapartida, se o preço pago ao produtor tiver um acréscimo de 10% na receita líquida gerada, passaria a ser equivalente a R\$ 4.781,00 por hectare por ano no 10º ano. Essa flutuação de preço no mercado é determinante no lucro econômico gerado ao longo da vida útil desse investimento.

A Tabela 7 apresenta as estimativas do fluxo de caixa acumuladas do 3º ao 30º ano para 1 hectare do coqueiro-anão irrigado.

Para o mercado de coco-verde para água, fez-se a simulação variando o preço pago ao produtor de R\$ 0,50 a R\$ 0,80 por fruto. Observa-se na Tabela 7 que o fluxo de caixa do coqueiro-anão, já no 6º ano, resulta em um retorno líquido superior a R\$ 3.425,00 por hectare por ano, considerando o preço médio por fruto pago ao produtor de R\$ 0,65 por fruto praticado em 2011, segundo a Fundação Getúlio Vargas (2012). Como observado no caso do coco-seco, se o preço pago ao produtor for reduzido para R\$ 0,60 por fruto, a receita líquida positiva de R\$ 4.634,00 por hectare por ano ocorreria só no 7º ano. No entanto, se ocorrer acréscimo no preço (R\$ 0,70 por fruto), o produtor obterá lucro líquido já a partir do 5º ano, que seria de R\$ 924,00 por hectare por ano. Para uma elevação no preço (R\$ 0,75

Tabela 7. Fluxo de caixa, em reais, de 1 ha de coco-anão aos diversos preços pagos aos produtores pelo fruto verde.

Ano	Custo acumulado (R\$)	Produção acumulada (ha)	Diferença acumulada entre receita e custo para cada preço ⁽¹⁾ (R\$)						
			R\$ 0,50	R\$ 0,55	R\$ 0,60	R\$ 0,65	R\$ 0,70	R\$ 0,75	R\$ 0,80
1	7.017	0	-7.017	-7.017	-7.017	-7.017	-7.017	-7.017	-7.017
2	13.230	0	-13.230	-13.230	-13.230	-13.230	-13.230	-13.230	-13.230
3	20.085	10.250	-14.960	-14.447	-13.935	-13.422	-12.910	-12.397	-11.885
4	28.073	30.750	-12.698	-11.161	-9.623	-8.086	-6.548	-5.011	-3.473
5	40.691	59.450	-10.966	-7.993	-5.021	-2.048	924	3.897	6.869
6	56.537	92.250	-10.412	-5.800	-1.187	3.425	8.038	12.650	17.263
7	72.856	129.150	-8.281	-1.823	4.634	11.092	17.549	24.007	30.464
8	89.570	168.100	-5.520	2.885	11.290	19.695	28.100	36.505	44.910
9	106.400	209.100	-1.850	8.605	19.060	29.515	39.970	50.425	60.880
10	123.230	250.100	1.820	14.325	26.830	39.335	51.840	64.345	76.850
20	291.530	660.100	38.520	71.525	104.530	137.535	170.540	203.545	236.550
30	459.830	967.600	23.970	72.350	120.730	169.110	217.490	265.870	314.250

⁽¹⁾ A receita líquida cada ano seria = receita bruta acumulada – custo acumulado.

por fruto) a receita líquida aumentaria para R\$ 3.897,00 por hectare por ano.

Conclui-se que o período necessário para o retorno do investimento inicial (*payback*) do coqueiro-gigante será sempre maior do que o do coqueiro-anão, por se tratar de uma variedade mais tardia, com início do período produtivo a partir do 7º ano e estabilização da produção por volta do 10º ano de idade. Nos empreendimentos com o coqueiro-anão, esse retorno pode ser antecipado em 2 anos, considerando-se a precocidade e alta produtividade dessa

variedade. A estabilidade da produção do coqueiro-anão ocorre por volta do 8º ano.

Referências

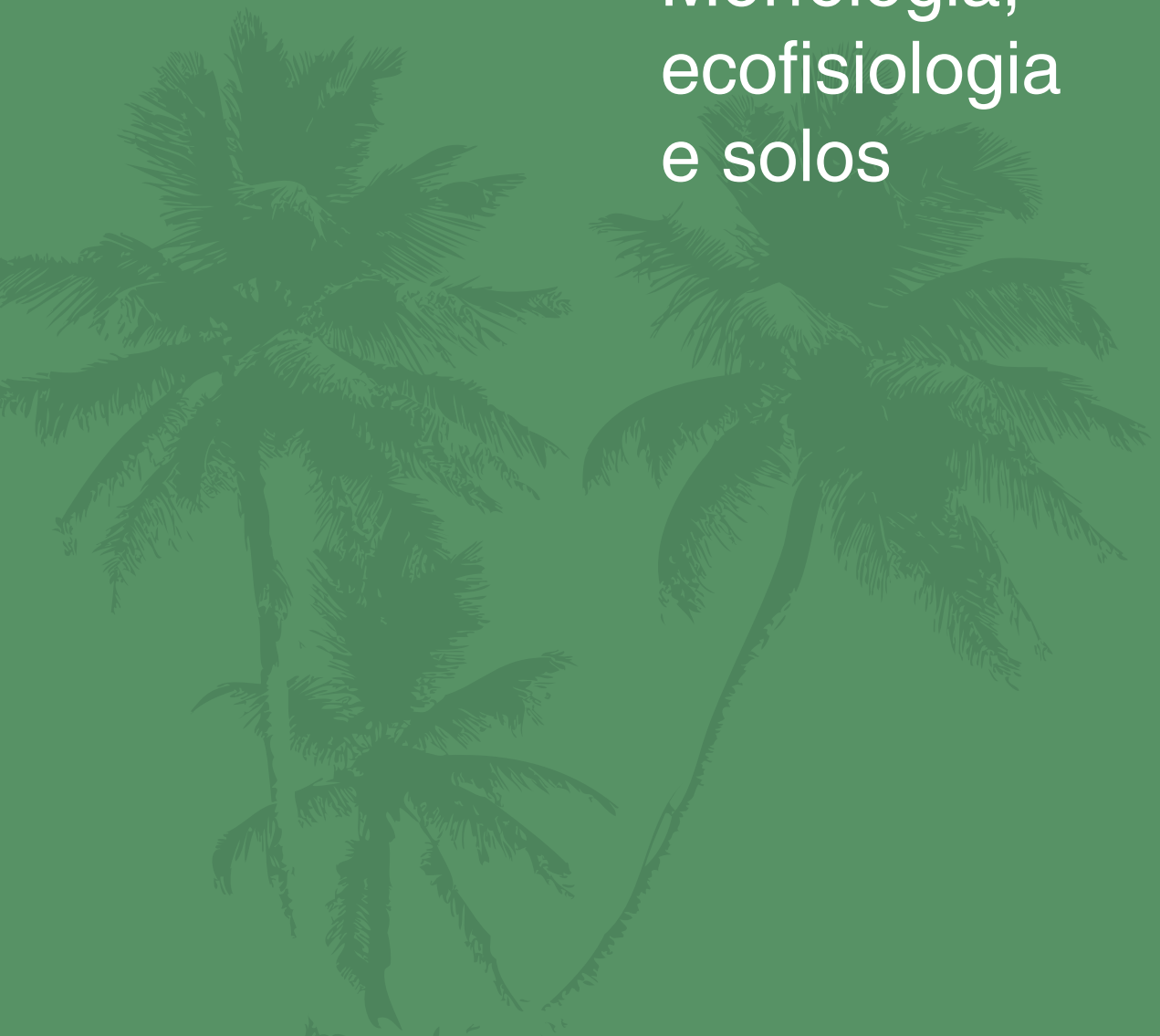
FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Índice geral de preços**: disponibilidade interna. IGP-DI (Coluna 2). Disponível em: <http://www14.fgv.br/novo_fgvdados/visualizaconsulta.aspx>. Acesso em: 3 jan. 2013.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Preços recebidos pelos produtores**. Disponível em: <http://www14.fgv.br/novo_fgvdados/visualizaconsulta.aspx>. Acesso em: 29 dez. 2012.

RECOMENDAÇÕES técnicas para o cultivo do coqueiro. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1993. 43 p. (Embrapa-CPATC. Circular técnica, 1).

PARTE 2

Morfologia, ecofisiologia e solos



Capítulo 1

Morfologia

Edson Eduardo Melo Passos

Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma palmeira de grande porte, com caule sem ramificações, que atinge 20 m de altura e de 20 cm a 30 cm de diâmetro, com dilatação da base na variedade gigante (Figura 1). No topo do caule está a copa, com 25 a 30 folhas de aproximadamente 6 m de

comprimento e cerca de 200 folíolos com 90 cm a 120 cm de comprimento.

O coqueiro está presente em todo o litoral tropical, e é considerada uma planta símbolo dos trópicos. Como as demais palmeiras, pertence à classe Monocotyledoneae. É a única espécie do gênero *Cocos*, ordem Arecales, família Arecaceae.

Descrição botânica

A descrição botânica do coqueiro, salientando as características particulares de cada órgão, é apresentada a seguir neste capítulo.



Foto: Edson Eduardo Melo Passos

Figura 1. Coqueiro-gigante com mais de 50 anos.

Sistema radicular

O coqueiro não possui uma raiz principal, mas sim um sistema radicular fasciculado, característico das monocotiledôneas (Figura 2). A base do tronco produz continuamente e durante toda sua vida as raízes mais grossas (raízes primárias), com 8 mm a 10 mm de diâmetro e em número variável de acordo com as condições ambientais e com a cultivar. Essas raízes apresentam pequena capacidade de absorção, restrita apenas a uma pequena parte clara, situada logo atrás da coifa (Frémond et al., 1975), a qual é responsável pela absorção de água e substâncias minerais do solo. Em condições de seca, essa parte da raiz primária se suberifica, perdendo sua função de absorção.

Portanto, sua principal função é a forte fixação do coqueiro ao solo. Dessas raízes partem as secundárias, de onde se originam as terciárias, que produzem radicelas medindo de 1 mm a 3 mm de diâmetro, sendo os verdadeiros órgãos de absorção, uma vez que as raízes do coqueiro não possuem pelos absorventes. As radicelas encontram-se nas camadas mais superficiais do solo, podendo, no entanto, aprofundar-se em condições de umidade insuficiente nas camadas superficiais e quando as características físicas do solo permitem esse aprofundamento.

Cintra et al. (1992), estudando a distribuição do sistema radicular do coqueiro em Sergipe, após a estação seca e a estação chuvosa, mostraram que para a variedade

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 2. Sistema radicular fasciculado do coqueiro.

anã, cerca de 70% a 90% das raízes totais se encontram dentro de um raio de 1 m a partir do estipe e a uma profundidade entre 0,2 m e 0,6 m. Para a variedade gigante, Cintra et al. (1993) verificaram que, tanto após a estação seca quanto após a estação chuvosa, a maior concentração de raízes encontra-se até 1 m do tronco do coqueiro entre 0,2 m e 0,4 m de profundidade. Em situações de lençol freático mais profundo, as raízes podem alcançar até 5 m de profundidade (Frémond et al., 1975) ou em solos leves, por exemplo, do tipo Neosolo Quartzarênico, predominantes nas regiões litorâneas. Nessas condições, verifica-se o aprofundamento das radículas, que normalmente estão nas camadas superficiais quando a umidade do solo é satisfatória.

Segundo Maertens et al. (1974), quando as forças de retenção de água são semelhantes em todo o perfil, a disponibilidade de água no solo depende, essencialmente, do enraizamento. A homogeneidade do solo em questão, e os sinais de que o sistema radicular reage com a produção de novas raízes em profundidade durante o período seco, leva a crer que, nesse caso, o suprimento de água é regido, principalmente, pelo grau de exploração do sistema radicular e pelo gradiente de umidade e de movimento de água promovido pelas raízes. Da mesma forma, a constatação de que o coqueiro não promove regulação efetiva das perdas de água em condições de déficit hídrico (Passos; Silva, 1990) permite admitir que o sistema radicular atua como um dos mecanismos de defesa do coqueiro para

manter o suprimento regular de água na estação seca.

Com relação à expansão horizontal do sistema radicular, foi observado que os coqueiros-gigantes têm o mesmo comportamento apresentado pelos anões (Cintra et al., 1992, 1993). Em ambas as variedades, as raízes ficaram restritas ao raio de 1,8 m, concentrando-se, principalmente, próximo ao estipe do coqueiro, onde estavam localizados os teores mais elevados dos nutrientes essenciais.

Vários autores confirmam que a maior concentração de raízes do coqueiro é normalmente encontrada dentro do raio de 2 m, a uma profundidade entre 0,2 m e 0,8 m. Menon e Pandalai (1958) encontraram a maior concentração de raízes até 1,8 m do estipe. Nathanael (1969) estabeleceu uma distância de 1,65 m. Kushwah et al. (1973) observaram que 74% de sistema radicular não produzem ramificações além de 2 m do bulbo de raiz e que a maior concentração se encontra na profundidade entre 0,3 m e 1,2 m. Anikumar e Wahide (1988) mostraram que 80% das raízes ativas estavam localizadas dentro de um raio de 2 m do estipe até uma profundidade de 0,60 m. No entanto, o sistema radicular do coqueiro atinge, em média, 6 m horizontalmente, embora a essa distância as raízes sejam escassas. Essa maior distância horizontal do sistema radicular é influenciada pelas condições químicas (solos mais férteis ou distribuição dos fertilizantes aplicados) e físicas (solos arenosos permitem melhor distribuição das raízes) do solo.

O coqueiro é capaz de emitir raízes adventícias em condições de alta umidade do solo provocada por excesso de chuvas, excessiva irrigação ou acúmulo de matéria orgânica na base de seu tronco.

Das raízes primárias e secundárias, saem pequenas ramificações chamadas pneumatóforos, que asseguram as trocas gasosas com a atmosfera do solo em situações de elevada umidade do solo (Menon; Pandalai, 1958).

Caule

O caule do coqueiro é do tipo estipe, não ramificado, muito desenvolvido e bastante resistente. No coqueiro-gigante o caule apresenta uma dilatação na base (Figura 3A), o que não ocorre no coqueiro-anão (Figura 3B).

Em seu ápice, prende-se um tufo de folhas que protege sua única gema terminal. A inflorescência é a única ramificação desse caule, sendo considerado um ramo caulinar modificado (Ferri, 1973).

Raramente ocorrem coqueiros com ramificações do caule, sendo esse fato considerado uma anomalia (Figura 4).

A parte terminal do caule, de onde se formam novas folhas, é tenra e comestível, constituindo o palmito. No ápice do palmito, situa-se seu único ponto de crescimento que, quando destruído, causa a morte da planta. O crescimento do caule em altura está na dependência do material genético,



Foto: Dulce Regina Nunes Warwick

Figura 4. Coqueiro-gigante com bifurcação do caule.

Fotos: Edson Eduardo Melo Passos



Figura 3. Caule tipo estipe do coqueiro-gigante (A) e do coqueiro-anão (B).

das condições ambientais e da idade do coqueiro, observando-se um crescimento mais rápido na idade jovem (Child, 1974).

Em virtude da ausência de tecido meristemático (câmbio) o estipe não sofre crescimento secundário em espessura por não haver formação de novos tecidos. No entanto, variações nos fatores ambientais, principalmente disponibilidade de água, induzem modificações no seu diâmetro, devido às mudanças no tamanho individual de suas células. Em condições de deficiência hídrica e/ou nutricional prolongada, observa-se redução na circunferência do caule, formando uma cinta que permanece para o resto da vida do coqueiro. Cessada a deficiência hídrica ou nutricional, as células se recompõem e o estipe volta a recuperar sua simetria (Figura 5). Quando a disponibilidade hídrica e/ou nutricional volta a ser satisfatória, observa-se novamente o engrossamento do caule (Figura 5).

Folha

A folha do coqueiro é do tipo penada, sendo constituída pelo pecíolo, que se estende pela raque, onde se prendem numerosos folíolos (Figura 6). Uma folha madura tem, aproximadamente, 6 m de comprimento, com 200 a 300 folíolos de 90 cm a 130 cm de comprimento. Esse comprimento e o número de folíolos por folha variam de acordo com a variedade/cultivar considerada e decrescem à medida que a idade do coqueiro avança.

No caso do coqueiro adulto, em produção, a folha nº 14 a partir do ápice é a que com-



Foto: Fernando Luis Dutra Cintra

Figura 5. Contração no caule do coqueiro em consequência do estresse hídrico.



Foto: Edson Eduardo Melo Passos

Figura 6. Folhas do tipo penada.

pletou seu desenvolvimento e ainda não entrou em senescência, daí ser a escolhida para avaliações fisiológicas e retirada de amostras para análise foliar. Essa folha, da mesma forma que as vizinhas (números 13 e 15) estão com plena atividade fisiológica, atingindo os valores máximos de trocas gasosas e atividade fotossintética. No caso de coqueiros jovens, quando ainda não existe a folha nº 14, as folhas nº 4 ou nº 9 de plantas com aproximadamente 1 e 2 anos de idade, respectivamente, são as que atingiram a maturidade fisiológica.

Em condições ambientais favoráveis e considerando plantas adultas, o coqueiro-gigante emite de 12 a 14 folhas por ano, enquanto o anão pode emitir até 18 folhas no mesmo período. Essas folhas permanecem vivas por um período de aproximadamente 3 anos, apresentando uma copa com 25 a 30 folhas. Quando essas condições são desfavoráveis, principalmente em função de estiagens prolongadas, ocorre redução do número de folhas por planta, em função da redução do ritmo de emissão foliar e da menor longevidade da folha. Pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Tabuleiros Costeiros na região noroeste de São Paulo têm mostrado que baixas temperaturas (5 °C a 15 °C) registradas nos meses mais frios do ano, reduzem o ritmo de emissão foliar de coqueiros jovens (1º ano após o plantio). Segundo Frémond et al. (1975), a redução do número de folhas na copa, em condições ambientais desfavoráveis, é causada principalmente pela redução no ritmo de emissão foliar.

O intercâmbio gasoso com o ambiente e a transpiração ocorrem através dos estômatos, que são células epidérmicas modificadas, com pequeno orifício, localizadas na face inferior dos folíolos do coqueiro. Os estômatos ficam abertos nas horas de maior radiação solar, fechando-se ao entardecer, permanecendo completamente fechados à noite (Passos; Silva, 1990). Nos dias nublados, os estômatos mostram-se mais fechados do que nos dias ensolarados, pois o coqueiro é considerado uma planta altamente exigente de luz. Quanto mais abertos estiverem os estômatos, maior será a transpiração e, conseqüentemente, a absorção de água e de sais minerais. Nessas condições, a entrada de gás carbônico é facilitada e conseqüente, o aumento da atividade fotossintética.

Inflorescência

Na axila de cada folha, desenvolve-se uma inflorescência protegida por brácteas grandes que formam uma longa espata (Figura 7) com diferentes cores e comprimentos, a depender da variedade.

Essa espata, ao completar seu desenvolvimento (entre 3 a 4 meses) abre-se expondo a inflorescência, que é formada pelo pedúnculo e pela raque, de onde partem ramificações ou espigas, nas quais se prendem as flores (Figura 8).

Por ser uma planta monoica, as flores masculinas e femininas são produzidas separadamente na mesma inflorescência. Cada espiga possui, em sua base, algumas flores femininas e dezenas ou centenas de flores mas-

Foto: Edson Eduardo Melo Passos



Figura 7. Espata do coqueiro em fase inicial de abertura.

Foto: Edson Eduardo Melo Passos



Figura 8. Inflorescência de coqueiro-gigante, recém-aberta, com flores masculinas e femininas.

culinas nos dois terços terminais (Figura 8). A primeira inflorescência pode ser constituída de apenas flores masculinas, sendo

as femininas produzidas nas inflorescências posteriores. O número de flores femininas é muito variável, oscilando normalmente entre 10 e 50, com menor número no início de produção do jovem coqueiro, ocorrendo, também, variações entre inflorescências da mesma planta. O número de flores femininas por inflorescência é influenciado pela variedade genética, idade da planta, condições ambientais e tratos culturais.

Em condições ambientais favoráveis, são emitidas 12 inflorescências por planta por ano no coqueiro-gigante e 18 inflorescências por planta por ano no coqueiro-anão. A depender das condições ambientais, as emissões poderão ser retardadas ou antecipadas, o que influencia na produção da planta. No entanto, em condições de deficiência hídrica prolongada e/ou desnutrição, poderá não ocorrer desenvolvimento da inflorescência na axila da folha.

No coqueiro gigante, em uma mesma inflorescência, as flores masculinas abrem-se e disseminam o pólen antes que as flores femininas se tornem receptivas, sendo normal a polinização cruzada. No coqueiro-anão, as flores masculinas e femininas amadurecem aproximadamente ao mesmo tempo, sendo o pólen liberado pela flor masculina durante o período em que a flor feminina está receptiva, ocorrendo normalmente a autofecundação. No entanto, entre os anões, essa simultaneidade no desenvolvimento das flores masculinas e femininas varia de acordo com a variedade considerada.

Fruto

O fruto do coqueiro é botanicamente uma drupa que apresenta cor variável entre o marrom, amarelo, vermelho e verde, a depender da variedade. A forma também pode ser mais arredondada em algumas variedades de coqueiro-anão ou mais angulada como ocorre com a variedade gigante. O anão-vermelho-de-camarões, por exemplo, possui frutos avermelhados e piriformes, características essas que o difere facilmente de outras variedades. Tanto a cor quanto a forma do fruto são importantes descritores morfológicos de tipos de coqueiro (mais detalhes no Capítulo 1 da Parte 3, ggsobre recursos genéticos).

O fruto é formado por uma epiderme lisa, ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, e por uma camada muito dura, o endocarpo, que se localiza mais para o interior (Figura 9). O mesocarpo e o endocarpo começam a se formar logo após a fecundação da flor feminina, mas somente após o 6º mês de idade é possível separar essas duas partes (Aragão et al., 2001). O maior peso do fruto ocorre entre o 6º e o 7º mês após a fecundação, quando é maior o teor de umidade das fibras do mesocarpo. A partir dessa idade, o fruto diminui seu peso até completar a maturação aos 12 meses, em consequência da perda de umidade do mesocarpo.

A semente (Figura 9), envolvida pelo endocarpo, é constituída por uma camada fina de cor marrom, o tegumento, que fica entre o endocarpo e o albúmen sólido. Este último é uma camada carnosa, branca, muito

oleosa, formando uma grande cavidade onde se encontra um líquido opalescente, ou albúmen líquido. Na parte distal da noz, onde o fruto se prende ao cacho, existem três poros germinativos sob um dos quais está o embrião, envolvido pelo albúmen sólido.



Foto: Fernando Luis Dutra Cintra

Figura 9. Corte longitudinal do fruto do coqueiro.

Na parede interna do endocarpo, encontram-se tubos vasculares ramificados, responsáveis pela condução da seiva elaborada através do pedúnculo, os quais alimentam o albúmen. Por esses condutos penetra, também, a umidade durante a germinação da semente (Bondar, 1955).

No início do desenvolvimento do fruto (até o 5º ou 7º mês após a fecundação da flor feminina), se desenvolve a cavidade central e o endosperma líquido. A partir dessa idade, ocorrem deposições nas paredes dessa cavidade, através de processos bioquímicos que incorporam o endosperma líquido ao endosperma sólido. Esse endosperma sólido (albúmen) se forma inicialmente na região polar, oposta ao ponto de união do

fruto no cacho, se estendendo progressivamente por toda a cavidade, atingindo a maior espessura aos 12 meses quando o fruto completa a maturação. Nesse estágio, o volume de água do fruto é menor que aos 6 meses de maturação e a casca adquire coloração escura.

Depois da maturação do fruto, inicia-se a germinação da semente, quando o embrião sofre uma dilatação, produzindo para o interior da semente uma massa esbranquiçada (haustório), que, em aproximadamente 5 meses, ocupa toda a cavidade interna da semente (Frémond et al., 1975), digerindo o albúmen para nutrir a plântula em desenvolvimento. Na Figura 10, observa-se o desenvolvimento da plântula, com o crescimento do haustório para o interior da semente e as raízes e folhas para o exterior.

Referências

- ANIKUMAR, K. S.; WAHIDE, P. A. La réposition des racines actives chez le cocotier. *Oléagineux*, v. 49, n. 8-9, p. 337-342, 1988.
- ARAGÃO, W. M.; CRUZ, E. M. O.; HELVECIO, J. S. Caracterização morfológica do fruto e química da água de coco em cultivares de coqueiro anão. *Agrotropica*, v. 13, n. 2, p. 49-58, 2001.
- BONDAR, G. **A cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Brasil**. Salvador: Tipografia Naval, 1955. 91 p.
- CHILD, R. **Coconuts**. London: Longman, 1974. 335 p.
- CINTRA, F. L. D.; LEAL, M. de L. da S.; PASSOS, E. E. M. Distribuição do sistema radicular de coqueiros-anões. *Oléagineux*, v. 47, n. 5, p. 225-234, 1992.
- CINTRA, F. L. D.; PASSOS, E. E. M.; LEAL, M. de L. da S. Avaliação da distribuição do sistema radicular de cultivares de coqueiro-gigante. *Oléagineux*, v. 48, n. 11, p. 453-461, 1993.



Figura 10. Corte transversal do fruto do coqueiro e evolução do processo germinativo da semente.

FERRI, M. G. **Botânica**: morfologia externa das plantas (organografia). São Paulo: Melhoramentos, 1973. 149 p.

FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; LAMOTHE, M.N. de. **El cocotero**: técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona: Editorial Blume, 1975. 236 p.

KUSHWAH, B. L.; NELLIAT, E. V.; MORKAVE, V. T.; SUNNY, A. F. Rooting pattern of coconuts (*Cocos nucifera* L.). **Indian Coconut of Agronomy**, v. 18, p. 71-74, 1973.

MAERTENS, C.; BLANCHET, R.; PIECH, J. Influence de différent régimes hidriques sue l'absortion l'eau et

des éléments minéraux por les cultures. **Annales of Agronomy**, v. 25, n. 4, p. 575-586, 1974.

MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. **The coconut palm**: a monograph. Ernakulam: Indian Central Coconut Committee, 1958. 384 p.

NATHANAEL, W. R. N. Teoria da adubação e aplicações de adubos em coqueiro adulto. **Fertilité**, v. 35, p. 11-27, 1969.

PASSOS, E. E. M.; SILVA, J. V. da. Fonctionnement des stomates de cocotier (*Cocos nucifera*) au champ. **Canadian Journal of Botany**, v. 68, p. 458-460, 1990.

Capítulo 2

Ecofisiologia

Edson Eduardo Melo Passos

Cíntia Passos Castro

Humberto Rollemberg Fontes

Introdução

No estudo da ecofisiologia de uma espécie vegetal, é importante analisar, inicialmente, os fatores ambientais que afetam seu crescimento e produtividade. Esses fatores podem ser classificados em três grupos: fatores edáficos (propriedades físicas e químicas do solo), fatores climáticos (pluviometria, temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e ventos) e fatores bióticos (tratos culturais e pragas).

Os fatores edáficos e bióticos serão discutidos em outros capítulos deste livro. Neste capítulo, será discutida a influência dos fatores climáticos no comportamento do coqueiro.

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma planta essencialmente tropical, que encontra condições climáticas favoráveis entre as latitudes 20°N e 20°S. No entanto, mesmo dentro desses limites geográficos, os fatores climáticos interferem de diferentes modos no desenvolvimento dessa planta, a depender da região onde é cultivada. No Brasil, é cultivada tradicionalmente no litoral do Nordeste, na sua quase totalidade com o coqueiro-gigante. Posteriormente, com a crescente demanda pela água do fruto verde, novos plantios, em sua maioria com

o coqueiro-anão, surgiram desde a região Norte até as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul (Figura 1). Como no Brasil o cultivo do coqueiro se estende desde a linha do Equador até aproximadamente o trópico de Capricórnio, ocupando áreas litorâneas e no interior do País, os fatores climáticos interagem de forma diferente em cada uma dessas regiões geográficas.



Figura 1. Distribuição geográfica da cultura do coqueiro no Brasil.

No Nordeste do Brasil, as elevadas taxas de evapotranspiração associadas à irregularidade na distribuição das chuvas provocam deficits hídricos estacionais. Tais deficits constituem-se no principal fator limitante do desenvolvimento do coqueiro que, por ter crescimento e produção contínuos, exige condições de clima muito próximas do ideal durante todo o ano. Nessa região, a média anual da precipitação está em torno de 1.500 mm anuais concentrada em 5 meses do ano. Segundo Passos et al. (2009) mesmo ao longo do litoral do Nordeste, esses deficits são divididos em: costa norte (onde estão inseridos os estados do Ceará e

norte do Rio Grande do Norte), com o período chuvoso entre os meses de fevereiro e junho e o período seco entre os meses de julho e janeiro, atingindo nos meses de outubro, novembro e dezembro déficit hídrico mensal superior a 100 mm; a costa leste, que vai do sul do Rio Grande do Norte até o norte da Bahia, onde o período chuvoso se estende de abril a setembro e o período

seco entre os meses de outubro e março com o déficit mensal sempre inferior a 100 mm; e o sul da Bahia, que também está na costa leste, mas apresenta excedente hídrico durante todo o ano (Figura 2).

Na região Norte, a maior pluviosidade ocorre de dezembro a maio. Para o Município de Belém (Figura 3), a pluviosidade anual é de 2.800 mm, sem ocorrência de deficiên-

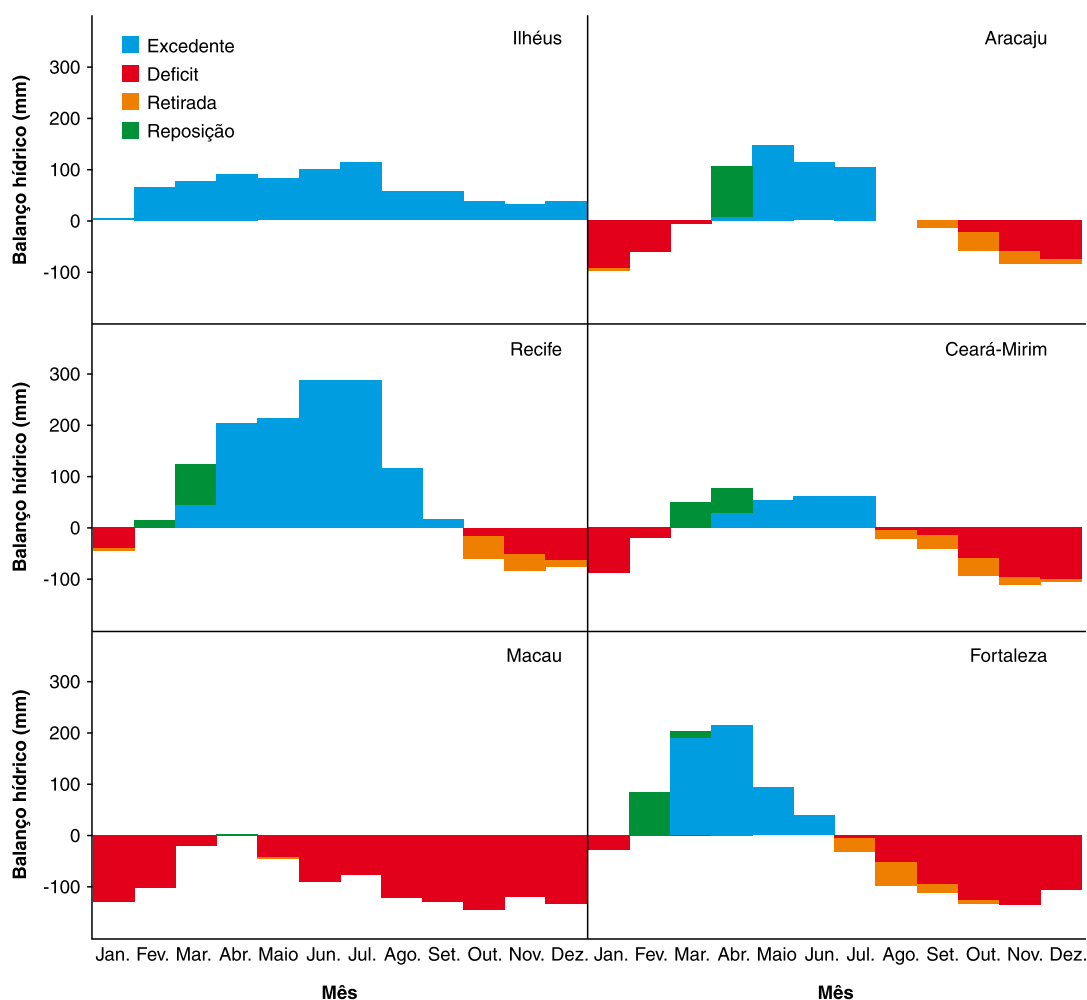


Figura 2. Balanço hídrico climatológico para os municípios de Ilhéus, BA, Aracaju, SE, Recife, PE, Ceará-Mirim, RN, Macau, RN, e Fortaleza, CE.

Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite (2003).

cia hídrica durante quase todo o ano. Fato semelhante ocorre na região sul da Bahia (Figura 2), mais especificamente os municípios próximos a Ilhéus e Canavieiras. Essas duas regiões não apresentam deficiência hídrica, todavia a elevada umidade atmosférica, superior a 80% durante a maior parte do ano, favorece os problemas fitossanitários para a cultura.

Nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, ao contrário do Nordeste, a maior pluviosidade ocorre nos meses mais quentes do verão (Figura 3), proporcionando elevada atividade fotossintética do coqueiro nesse

período. Os meses mais frios de inverno (maio a agosto) são os de menores pluviosidades, ocorrendo deficiência hídrica nesse período, porém de menor intensidade que na região Nordeste. No entanto, a baixa umidade atmosférica nos meses mais frios, associada à menor disponibilidade de água no solo, promove redução no potencial hídrico da folha e na fotossíntese do coqueiro.

A expansão do cultivo comercial do coqueiro-anão na região semiárida do Nordeste ocorreu, principalmente, nos perímetros irrigados dos polos produtores de frutas tropicais, a exemplo de

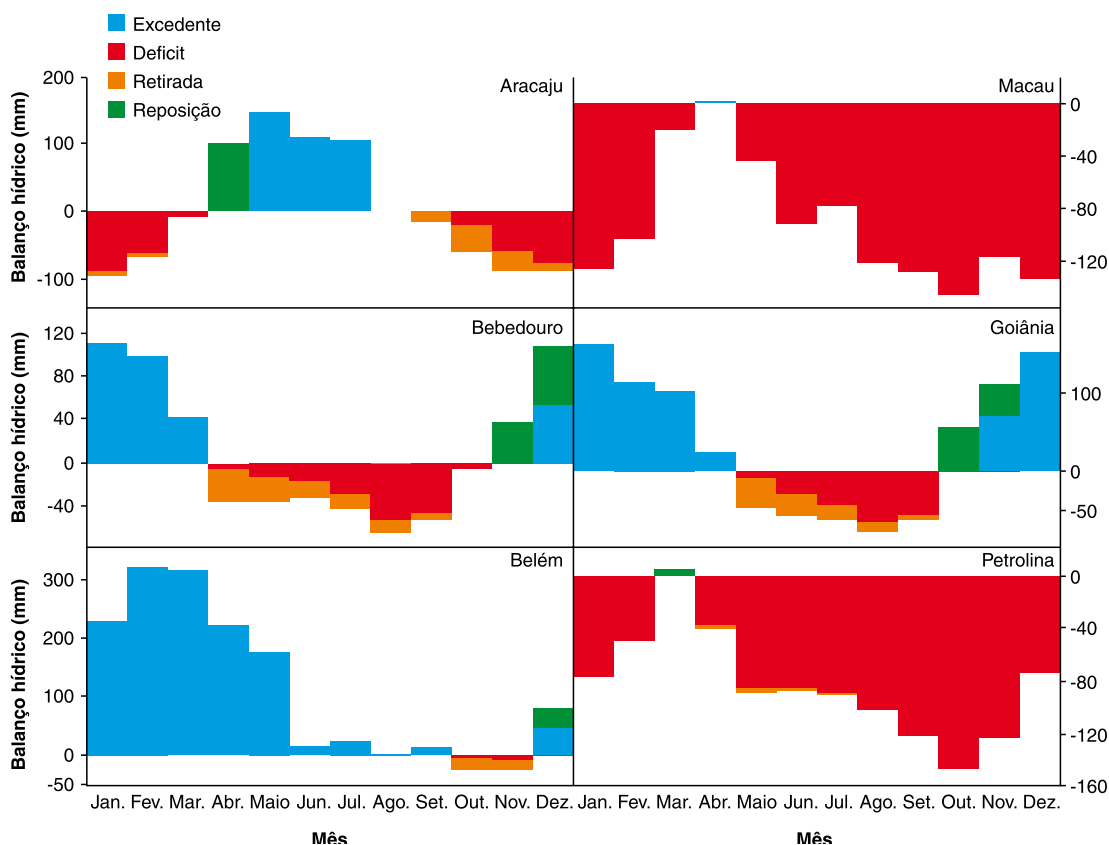


Figura 3. Balanço hídrico climatológico para os municípios de Aracaju, SE, Macau, RN, Bebedouro, SP, Goiânia, GO, Belém, PA, e Petrolina, PE.

Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite (2003).

Petrolina, PE, Juazeiro, BA e regiões circunvizinhas. Nesse ecossistema, a precipitação anual pode ser inferior a 600 mm, com chuvas concentradas em menos de 4 meses. A umidade atmosférica mais baixa que no litoral e as altas temperaturas diurnas, associadas à baixa pluviosidade, proporcionam um déficit hídrico elevado durante a maior parte do ano (Figura 3). No entanto, o uso adequado da irrigação tem contribuído para que nos plantios comerciais as plantas apresentem bom aspecto vegetativo e reprodutivo. Outro aspecto importante é que tanto a proximidade do Rio São Francisco quanto os sistemas de irrigação por microaspersão impedem a alta redução da umidade relativa do ar, não comprometendo demasiadamente o estado hídrico do coqueiro (Passos et al., 2009).

De acordo com o zoneamento de risco climático (Silva et al., 2008), para o coqueiro no Nordeste do Brasil, a deficiência hídrica e os valores altos de umidade relativa do ar em algumas localidades nessa região são os principais riscos climáticos à produção comercial da cultura.

A importância de cada um dos fatores climáticos é muito relativa, pois a ação que exercem sobre a planta pode ser modificada pela ação simultânea de outros fatores. No caso específico do coqueiro, sabe-se que é uma planta bem adaptada às regiões litorâneas, com pequenas variações de temperatura, solo arenoso e lençol freático próximo à superfície, que minimiza os efeitos dos longos períodos de estiagem. Entretanto, nos Tabuleiros Costeiros e regiões semiáridas do interior do Brasil, as temperaturas mais

elevadas e com maior amplitude térmica, as chuvas mais escassas e o lençol freático profundo (que não é explorado pelas raízes do coqueiro), potencializam os efeitos das chuvas escassas. No entanto, nessas condições, os solos menos arenosos com maior proporção de argila são mais indicados pela sua maior capacidade de retenção de água, o que aumenta a eficiência da irrigação, comumente utilizada nos perímetros irrigados do Rio São Francisco.

Deve-se considerar, também, que esses fatores climáticos adversos podem ser contornados com a adoção de tratamentos culturais mais adequados a cada região, devendo-se considerar nesse caso outros aspectos como: a altitude, para que se possam evitar as baixas temperaturas e geadas; a aplicação de irrigação; o preço dos frutos que compense produtividades mais baixas; e aplicação de tecnologia. A variedade utilizada também tem grande importância na capacidade de adaptação do coqueiro às adversidades de cada região.

A capacidade do coqueiro de se adaptar a diferentes agroecossistemas faz com que a cultura do coco desempenhe importante papel tanto no aspecto social, pela geração de emprego e renda no campo, quanto pelo aspecto ambiental, por tornar possível a criação de sistemas sustentáveis de cultivo nesses ecossistemas (Castro, 2007).

Fatores climáticos

A importância de cada um dos fatores climáticos no desenvolvimento do coqueiro é descrita a seguir.

Temperatura

Climas quentes, sem grandes variações diurnas de temperatura, são altamente favoráveis ao crescimento e produção do coqueiro, como ocorre no litoral do Nordeste do Brasil.

Temperaturas médias anuais de 27 °C, com oscilações diárias até 7 °C, são consideradas ótimas para o crescimento e a produção do coqueiro (Child, 1974). Tais condições são normalmente encontradas na costa tropical, onde o oceano atua como estabilizador da temperatura. Os dados apresentados na Tabela 1 mostram que Aracaju, SE – na latitude 11°S e com condições climáticas semelhantes às de toda a região litorânea do Nordeste – apresenta temperatura ideal para o cultivo do coqueiro.

Temperaturas mínimas diárias inferiores a 15 °C modificam a morfologia do coqueiro e, mesmo sendo de pequena duração, provocam desordens fisiológicas, tais como a parada do crescimento e o abortamento de flores (Frémond et al., 1975). Pesquisas desenvolvidas por Passos et al. (1997) na região noroeste de São Paulo têm mostra-

do que as temperaturas mais baixas dos meses de junho, julho e agosto retardam a germinação e reduzem a porcentagem de sementes germinadas.

Temperaturas mais elevadas que a “ótima” são toleradas, tornando-se prejudiciais apenas quando coincidem com baixa umidade atmosférica, agravadas pelos ventos quentes e secos, provocando alta taxa de transpiração foliar. Estudos realizados em coqueiros adultos por Passos e Silva (1991) na planície litorânea do estado de Sergipe, mostraram que, ao meio-dia, a temperatura mais elevada associada à baixa umidade relativa do ar proporcionou maior perda de água pelo coqueiro, não sendo compensada pela absorção de água através das raízes, causando deficiência hídrica da planta. Essas observações foram feitas através de determinações das variações na coluna do dendrômetro, as quais expressam as variações da circunferência do caule (Figura 4) e pelo potencial hídrico da folha (Figura 5).

A temperatura determina, também, a altitude em que o coqueiro pode ser cultivado. No Sri Lanka, são encontrados coqueiros a 750 m acima do nível do mar. À medida

Tabela 1. Temperatura do ar (°C) do município de Aracaju, SE.

Média	Temperatura nos meses do ano (°C)											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Média das máximas	30,7	29,8	30,0	29,0	28,9	27,9	26,9	26,9	27,4	28,4	29,1	29,1
Média das mínimas	24,9	24,1	24,3	23,4	23,3	22,4	22,0	22,1	23,2	23,5	23,9	24,1
Média compensada	27,9	27,3	27,5	26,3	26,4	25,5	24,5	24,7	25,4	26,1	26,5	26,6

Fonte: Instituto de Estudos Econômicos e Sociais Aplicados (1987).

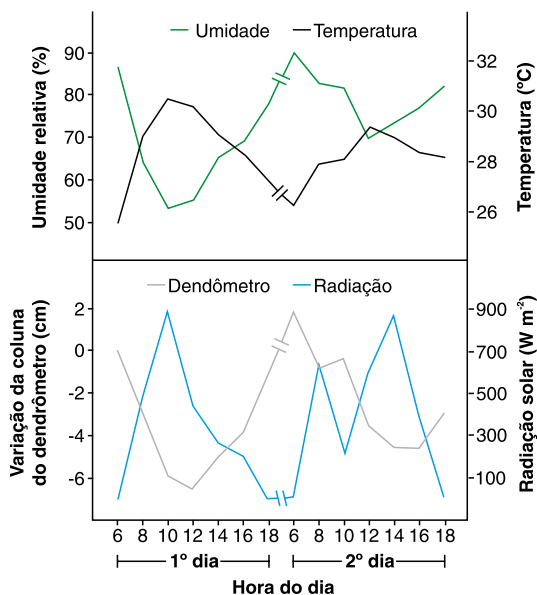


Figura 4. Variação diurna da coluna do dendrômetro, da radiação solar, da umidade relativa do ar e da temperatura em Itaporanga D'Ajuda, SE, 1990.

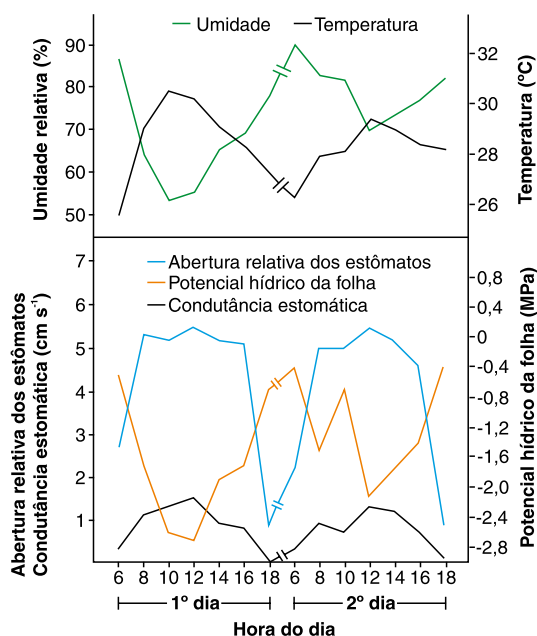


Figura 5. Variação diurna da temperatura, umidade relativa do ar, potencial hídrico da folha, abertura relativa dos estômatos e condutância estomática do coqueiro em Itaporanga D'Ajuda, SE, 1990.

que se distancia do Equador, o limite de altitude torna-se mais baixo, tendo-se como exemplo a Jamaica, a 18°N, onde coqueiros acima de 150 m de altitude não são comercialmente cultivados (Alvim; Kozlowski, 1977).

Umidade atmosférica

Pela distribuição geográfica da cultura do coqueiro, pode-se concluir que os climas quentes e úmidos são os mais favoráveis ao desenvolvimento dessa planta. Nas regiões habituais de cultivo dessa espécie, a umidade atmosférica parece indiferente, tornando-se influente à medida que se afasta do mar. Em regiões onde o lençol freático é pouco profundo (1 m a 4 m) ou quando as condições favoráveis de umidade de solo são garantidas pela irrigação, o aumento da transpiração foliar, provocado por uma baixa umidade atmosférica, induz um aumento na absorção de água e, consequentemente, de nutrientes pelas raízes.

Umidade atmosférica excessivamente alta ou baixa é prejudicial ao coqueiro. Segundo Ochs (1977), umidade relativa do ar inferior a 60% é prejudicial ao desenvolvimento dessa planta. No entanto, condições de umidade muito elevadas reduzem a absorção de nutrientes, devido à redução da transpiração, e provoca queda prematura dos frutos, além de favorecer a propagação de doenças fúngicas (Menon; Pandalai, 1958).

Por um lado, na região Norte do Brasil, a maior pluviometria e a melhor distribuição das chuvas, além da umidade atmosférica mais elevada (Tabela 2), fazem com que

Tabela 2. Normais climatológicas (1961–1990) dos municípios de Aracaju, SE, e Belém, PA.

	Meses											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Precipitação pluviométrica (mm) – Aracaju, SE	77,9	85,1	175,7	261,2	333,8	207,2	174,7	113,9	91,4	65,8	52,3	56,3
Precipitação pluviométrica (mm) – Belém, PA	385,5	412,5	447,1	353,4	305,5	155,3	155,5	126,4	144,8	114,6	118,2	203,0
Umidade relativa do ar (%) – Aracaju, SE	78,1	76,6	78,0	79,6	77,6	77,3	78,2	78,2	78,1	78,7	78,8	79,0
Umidade relativa do ar (%) – Belém, PA	89,7	91,0	91,0	91,0	88,0	86,0	85,0	84,0	84,0	83,0	83,0	86,0

Fonte: Inmet (2013).

essa região, na sua maior parte, não apresenta deficit hídrico, favorecendo o desenvolvimento do coqueiro; mas, ao mesmo tempo, enfrenta sérios problemas fitossanitários por oferecer condições favoráveis ao desenvolvimento de patógenos. Por outro lado, na região Nordeste, o deficit hídrico é o principal fator limitante do desenvolvimento do coqueiro; no entanto, a menor umidade atmosférica (Tabela 2) torna os problemas sanitários menos graves.

Pluviosidade

A deficiência hídrica, causada pela irregularidade na distribuição das chuvas, é o principal fator limitante do crescimento e produção do coqueiro. Embora essa palmeira possua mecanismos fisiológicos que permitam maior tolerância às situações de estresse hídrico, seu desenvolvimento é

comprometido, resultando em queda acentuada da produção.

Como ocorre nas demais plantas, o deficit de água nos tecidos do coqueiro exerce influência direta sobre seus processos fisiológicos, sendo as condições de umidade do solo fator determinante da magnitude desse deficit (Passos et al., 2005). As variações climáticas observadas nas diferentes estações do ano interferem no estado hídrico do coqueiro (Passos et al., 1999; Prado et al., 2001), influenciando no seu crescimento e produção (Passos et al., 1999), mesmo quando a umidade do solo é controlada pelo uso da irrigação.

O regime pluviométrico ideal é caracterizado por uma precipitação anual de 1.500 mm, com pluviosidades mensais nunca inferiores a 130 mm (Frémond et al., 1975). Um período de 3 meses, com

menos de 50 mm de precipitação por mês, é consideravelmente prejudicial ao coqueiro (Child, 1974). Essa situação é amenizada em ambiente onde o lençol freático é pouco profundo (1 m a 4 m), ou quando o fornecimento de água é possível por meio da irrigação. Em plantio comercial irrigado, nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe, Castro (2007) observou, durante a seca de verão, senescência precoce das folhas do coqueiro, com redução no número de folhas vivas.

Tem-se observado que o número de frutos por planta, o tamanho da noz e a quantidade de copra por noz são consideravelmente afetados 30 meses após um prolongado período de seca, sendo a produção recuperada somente 2 anos após o fim desse período seco (Child, 1974). O desenvolvimento da inflorescência inicia-se 16 meses antes da espata se abrir. Uma estiagem rigorosa, nesse período, pode matar o ponto de crescimento, causando o abortamento da inflorescência e afetando, desse modo, a produção de frutos 28 a 30 meses mais tarde. Coomans (1975) encontrou uma correlação positiva entre a chuva durante um período de 6 meses e a quantidade de copra por noz 1 ano mais tarde. Contudo, uma excessiva quantidade de chuva pode ser prejudicial ao crescimento e produção do coqueiro, pela redução da insolação, pela possível redução da aeração do solo, pela lixiviação dos elementos minerais e, ainda, por prejudicar a fecundação.

Passos e Silva (1990), estudando o comportamento estomático do coqueiro, observaram que nos dias chuvosos a redução da radiação solar pelas nuvens reduz a con-

ductância estomática, podendo interferir nos processos fotossintéticos (Figura 6).

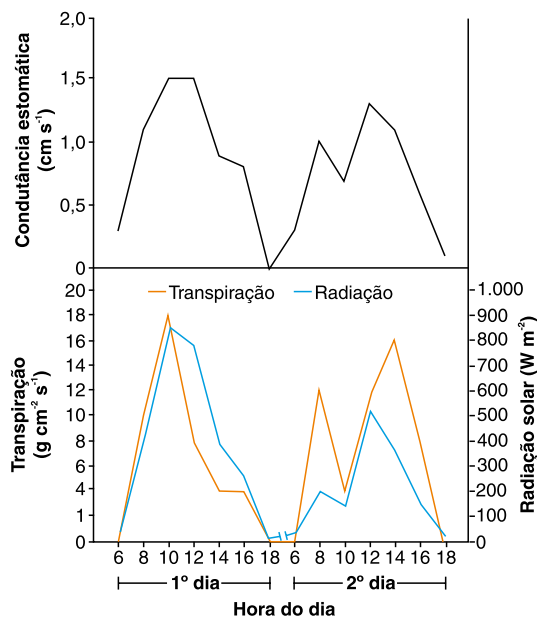


Figura 6. Variação diurna da radiação solar, da transpiração e da condutância estomática do coqueiro. Itapora D'Ajuda, SE, 1990.

Intensidade luminosa – radiação solar

O coqueiro é uma planta altamente exigente em luz e não se desenvolve bem sob condições de baixa luminosidade. O aspecto estiolado de coqueiros que crescem sob o sombreamento de coqueiros adultos é bem conhecido. Ziller (1960) encontrou uma relação positiva entre o conteúdo de copra e a insolação durante os últimos meses de maturação do fruto. Uma insolação de 2.000 horas anuais com, no mínimo, 120 horas por mês é considerada ideal (Frémond et al., 1975). Entretanto, a insolação não é um bom método para se avaliar a incidência de

energia luminosa. Segundo Murray (1968), o Equador recebe apenas 35% das horas de luz solar recebida por Trinidad; todavia, a radiação solar recebida pelo Equador atinge 75% daquela recebida por Trinidad. A radiação solar tem uma importante influência na transpiração do coqueiro por interferir diretamente na condutância estomática (Passos; Silva, 1991). Na Figura 6, observa-se que, a partir das 6h, o aumento da radiação solar provocou uma elevação da transpiração em consequência de uma condutância estomática crescente. A partir das 12h, porém, a redução da radiação solar e da condutância estomática provocaram diminuição na transpiração do coqueiro. Passos e Silva (1990) observaram que os estômatos do coqueiro começam a abrir com uma radiação solar entre 200 w m^{-2} e 300 w m^{-2} e a abertura máxima é obtida entre 500 w m^{-2} e 900 w m^{-2} . Um fechamento rápido inicia-se às 16h, fechando totalmente às 18h (Figura 6). Esses mesmos autores observaram, também, que o aumento da condutância estomática foi influenciado principalmente pela radiação solar, seguida pela variação no potencial hídrico da folha.

Vento

Os ventos fracos e moderados favorecem o desenvolvimento do coqueiro por aumentarem sua transpiração e, consequentemente, a absorção de água e nutrientes pelas raízes. Todavia, em condições de deficiência de água no solo, principalmente na zona de maior atuação das raízes, os ventos tornam-se prejudiciais por agravarem os efeitos da seca. Apesar de o sistema radi-

cular do coqueiro ser muito resistente, os ventos fortes podem derrubar coqueiros muito altos, principalmente, quando seu estipe está danificado pela ação das coleobrocas, como acontece na região litorânea do Nordeste do Brasil.

O vento tem papel importante na disseminação do pólen e na fecundação das flores femininas (Frémond et al., 1975). Essa importância é maior no coqueiro-gigante por ser uma variedade de reprodução, preferencialmente, alógama, sendo menos importante no coqueiro-anão devido à baixa alogamia da variedade.

Considerações finais

Como visto neste capítulo, os fatores climáticos não interferem isoladamente no desenvolvimento do coqueiro, pois sempre outro fator não predominante está associado ao fator principal, intensificando ou amenizando seu efeito. Também um fator climático muito importante em uma determinada região pode ser menos influente em outra. Desse modo, conhecer as condições climáticas do local onde será implantado um coqueiral e a forma de convivência com o clima são de grande importância para o sucesso da plantação.

Referências

- ALVIM, P. de T.; KOZLOWSKI, T. T. **Ecophysiology of tropical crops**. London: Academic Press, 1977. 502 p.
- CASTRO, C. P. **Comportamento de cultivares de coqueiro anão (*Cocos nucifera* L.) nos tabuleiros costeiros do norte de Sergipe**. 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

- CHILD, R. **Coconuts**. London: Longman, 1974. 335 p.
- COOMANS, P. Influence des facteurs climatiques sur les fluctuations saisonnières et annuelles de la production du cocotier. **Oléagineux**, v. 30, n. 4, p. 153-159, 1975.
- EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Banco de dados climáticos do Brasil**. 2003. Disponível em: <www.bdclima.cnpem.embrapa.br>. Acesso em: 4 jun. 2014.
- FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; LAMOTHE, M.N. de. **El cocotero: técnicas agrícolas y producciones tropicales**. Barcelona: Editorial Blume, 1975. 236 p.
- INMET (Brasil). **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em: 2 out. 2013.
- INSTITUTO DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS APLICADOS (Aracaju, SE). **Anuário estatístico de Sergipe - 1987**. Aracaju, 1987. v. 15.
- MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. **The coconut palm: a monograph**. Ernakulam: Indian Central Coconut Committee, 1958. 384 p.
- MURRAY, D. B. **Shade and light intensity**. London: Imperial College Tropical Agriculture, 1968. 447 p.
- OCHS, R. Les contraintes écologiques du développement des oléagineux pérennes (palmier et cocotier) en Afrique Occidentale et Centrale. **Oléagineux**, v. 32, n. 11, p. 461-477, 1977.
- PASSOS, C. D.; PASSOS, E. E. M.; PRADO, C. H. B. A. Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro anão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 248-254, 2005.
- PASSOS, E. E. M.; CASTRO, C. P.; SILVA, A. A. G.; NOGUEIRA, L. C. Coqueiro. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: Inmet, 2009. p. 394-406.
- PASSOS, E. E. M.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; MAIA, J. D. G. **Germinação da semente e desenvolvimento da plântula de coqueiro anão verde no noroeste de São Paulo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1997. 5 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 12).
- PASSOS, E. E. M.; PRADO, C. H. B. A.; LEAL, M. L. S. Condutância estomática, potencial hídrico foliar e emissão de folhas e inflorescências em três genótipos de coqueiro anão. **Agrotropica**, v. 11, n. 3, p. 147-152, 1999.
- PASSOS, E. E. M.; SILVA, J. V. da. Determinação do estado hídrico do coqueiro através do método dendométrico. **Oléagineux**, v. 46, n. 6, p. 233-238, 1991.
- PASSOS, E. E. M.; SILVA, J. V. da. Fonctionnement des stomates de cocotier (*Cocos nucifera*) au champ. **Canadian Journal of Botany**, v. 68, p. 458-460, 1990.
- PRADO, C. H. B. A.; PASSOS, E. E. M.; MORAES, J. A. P. V. Photosynthesis and water relations of six tall genotypes of *cocos nucifera* in wet and dry seasons. **South African Journal of Botany**, v. 67, p. 169-176, 2001.
- SILVA, M. A.; MENESES, R. F. D.; BATISTA, W. R. M. Zoneamento de risco climático para a cultura do coqueiro na região nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 4., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. 1 CD-ROM.
- ZILLER, R. Étude de quelques facteurs agissant sur la teneur en coprah des noix de coco. **Oléagineux**, v. 15, n. 2, p. 73-81, 1960.

Capítulo 3

Atributos do solo e aptidão das terras

João Bosco Vasconcelos Gomes
Humberto Rollemberg Fontes

Introdução

De forma semelhante a qualquer atividade agrícola, entender e avaliar a oferta ambiental de uma área é passo importante para o sucesso do plantio comercial da cultura do coqueiro. Além dos aspectos de solo e clima, deve-se considerar na análise o sistema de produção utilizado localmente com a cultura.

A definição do sistema de produção da atividade apresenta nuances de comportamento, destacando o cultivo de coqueiro-anão para a produção da água de coco e o cultivo de coqueiro-gigante e de híbridos para a produção de coco-seco (Wanderley; Lopes, 2009). Existem variações importantes do perfil do produtor e do sistema de manejo em função do tipo de produção. Dados do IBGE (1998) contabilizaram 224.169 estabelecimentos cultivados com coqueiros, sem discernir a tipologia dos estabelecimentos; porém, o perfil do produtor voltado para a produção de água de coco, ou seja, o produtor de coqueiro-anão, apresenta, na média, padrão tecnológico bem mais avançado que o perfil do produtor voltado para a produção de coco-seco. A área de coqueiro-anão é, inclusive, em boa parte irrigada.

Independente do uso de um sistema de manejo mais intensivo ou mais tradicional (com menor manipulação de insumos), o coqueiro é uma cultura perene, com grande lapso de tempo entre a instalação e a senescência da cultura (época de reforma do coqueiral), resultando em baixo grau de intervenção e, principalmente, de revolvimento do solo quando comparado com cultivos de anuais. Essa é a realidade de cultivos florestais, como eucalipto e pinus (Carmo et al., 1990), que é válida aqui, pois pode-se dizer que um coqueiral bem conduzido chega a permanecer no campo, de forma sustentável, por mais de 40 anos antes de sua renovação. Entretanto, esse período vem sendo reduzido para aproximadamente 15 anos em plantios empresariais de coqueiro-anão com finalidade de produção de água de coco, já que a altura das árvores dificulta e aumenta os custos de colheita do coco-verde.

O coqueiro apresenta razoável adaptação a diferentes condições ecológicas, com limites mais agudos a extremos de temperatura e déficit hídrico, este último caso essencial nos cultivos sob sequeiro. Neste capítulo, será dada ênfase aos atributos de solo úteis à identificação e à avaliação das áreas de produção do coqueiro, procurando prever o comportamento do coqueiral em diferentes condições ambientais e de manejo, lembrando que, para muitas regiões, o custo/benefício da atividade é viabilizado pelo uso da irrigação. Os atributos de solo serão discutidos em relação a cinco fatores de limitação segundo Bennema e Camargo (1964), Ramalho Filho e Beek

(1995) e Resende et al. (2007): a) deficiência de nutrientes; b) deficiência de água; c) deficiência de oxigênio (ou excesso de água); d) suscetibilidade à erosão; e e) impedimentos ao manejo. Conforme as informações são disponibilizadas, serão mesclados comentários sobre características das classes de solo onde a cultura está estabelecida; essa informação está fragmentada e nem sempre referenciada, sendo, por vezes, acessada via informação pessoal.

Qualidades do sítio para o crescimento do coqueiral

O plantio de coqueiro-gigante se expandiu, ao longo do tempo, pela baixada litorânea do Nordeste, com extenso aproveitamento de solos areno-quartzosos, originalmente cobertos por vegetação de restinga. Mais tardiamente, plantios de coqueiro-anão avançaram em paisagens dos Tabuleiros Costeiros da mesma região e, em menor grau, em solos desenvolvidos a partir de variadas litologias de boa parte do Brasil tropical.

Uma análise crítica dos resultados das áreas de produção do Nordeste brasileiro, considerando principalmente as unidades de paisagem da Baixada Litorânea e dos Tabuleiros Costeiros (Silva et al., 1993), expõe uma nítida relação entre potencial de produção e características do ambiente, realçando as limitações por déficit de água e de oxigênio (excesso de água), além da deficiência de nutrientes. Essa lógica pode ser

alterada pela presença de problemas fitossanitários que, por vezes, ocasionam fortes quebras de produção. Um exemplo disso é a forte incidência do ácaro-da-necrose-dos-frutos e já nas áreas afastadas do litoral (fora da baixada litorânea), de doenças foliares causadas por fungos, denominadas lixa e queima das folhas, responsáveis por drástica redução da área foliar de coqueirais adultos. Ainda mais complexo, os atributos de solo também influenciam a presença e o grau de incidência desses mesmos problemas fitossanitários (Holanda et al., 2009).

Limitações das terras por deficiência de nutrientes

A grande maioria das áreas com cultivo de coqueiro no Brasil (Baixada Litorânea e Tabuleiros Costeiros) é constituída de solos naturalmente pobres. Uma exceção conhecida está nos coqueirais do perímetro irrigado de São Gonçalo (Sousa, PB), que estão estabelecidos sobre Vertissolos e outros solos com caráter vértico (Corrêa et al., 2003; Silva Neto et al., 2012). Os solos das várzeas de Sousa, PB, são eutróficos e apresentam argila de atividade alta e valores de sódio (Na) que, por vezes, representam um efeito tóxico para a maioria das culturas. O coqueiro tolera certo nível de salinidade dos solos e é consumidor de Na (Korndörfer, 2006; Holanda et al., 2009). Malavolta et al. (1997) chegam a sugerir a introdução do uso de Na, substituindo 1/3 da adubação com K, para solos com carência desses elementos.

O melhoramento da deficiência de nutrientes é prática comum na atividade agrícola e

também na cultura do coqueiro. No cultivo de sequeiro é a prática cultural com maior impacto na produtividade (Sobral, 1998), embora sua eficiência seja comprometida por períodos secos e por plantas invasoras. A conjunção desses dois aspectos aumenta a importância de práticas culturais de economia de água do solo no bom aproveitamento da adubação do coqueiral (Fontes, 2009), aspecto ainda mais importante na Baixada Litorânea, formada por solos areno-quartzosos (Espodossolos e Neossolos Quartzarênicos), com valores de capacidade de troca catiônica (CTC) e retenção de água extremamente baixos e dependentes da matéria orgânica do solo (Gomes et al., 1998).

A Tabela 1 permite comparar áreas com remanescentes de vegetação nativa e com cultivo de coco na Baixada Litorânea e nos Tabuleiros Costeiros. É visível a influência das adubações efetuadas nos coqueirais, principalmente nos valores de fósforo (P). Também é interessante notar que a reciclagem da vegetação nativa influencia sobremaneira a camada de 0–5 cm, perdendo eficiência na camada de 5 cm–20 cm, onde o efeito residual das adubações efetuadas faz a diferença. Isso é muito mais nítido nos solos dos Tabuleiros Costeiros, onde a textura média da camada 5 cm–20 cm e as características de coesão subsuperficial dos solos locais (Gomes et al., 2012b) geram um ambiente que desacelera os efeitos da lixiviação. Os valores também refletem o nível de manejo dos plantios com a aplicação de insumos, aumentando da Baixada

Litorânea para os Tabuleiros Costeiros e dos plantios de sequeiro para o irrigado.

Os valores de alumínio (Al) trocável são muito baixos a baixos nas áreas sob cultivo, e baixos a médios nas áreas sob remanescente de vegetação nativa, segundo critérios estabelecidos em Alvarez V. et al. (1999), coerente com solos de CTC dependente do teor de carbono (C) orgânico. Os valores absolutos de Al no complexo de troca e a baixa saturação por Al (valor máximo de 34%) conferem à calagem maior importância em relação à nutrição de cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

Limitações das terras por deficiência de água

Excluindo uma minoria de áreas que apresentam boa distribuição de chuvas durante o ano, boa parte dos coqueirais, principalmente os voltados para a produção de água de coco (basicamente coqueiro-anão), são irrigados. Quando essa prática não é utilizada, os coqueirais apresentam baixo rendimento, dado ao grau de limitação por deficiência de água moderado a forte. O uso de irrigação reduz essas limitações para níveis que permitem produções vantajosas e é, na maioria dos casos, o melhoramento da condição agrícola das terras que viabiliza a produção econômica do coqueiral.

Para os plantios sob sequeiro, são importantes as práticas de economia de água no solo, principalmente as voltadas para o controle de matocompetição e dos restos culturais (Cintra, 2009), sendo muito efetivo

Tabela 1. Valores médios dos atributos químicos do solo em áreas da baixada litorânea e dos tabuleiros costeiros com diferentes coberturas vegetais.

Paisagem		Baixada litorânea			Tabuleiros costeiros						
Local		Itaporanga D'Ajuda, SE			Acajutiba, BA			Neópolis, SE			
Cobertura vegetal		Floresta de restinga (n=3) ⁽¹⁾	Coqueiro-anão de sequeiro (n=3)		Floresta tropical semiperenifolia (n=5)	Coqueiro-anão de sequeiro (n=5)		Coqueiro-anão irrigado (n=4)			
Relevo local		Plano									
Profundidade (cm)		0–5	5–20	0–5	5–20	0–5	5–20	0–5	5–20		
Textura do solo		arenosa				arenosa (0–5 cm)/média (5 cm–20 cm)					
C orgânico (dag dm ⁻³)		3,01	2,06	1,60	0,80	2,70	1,74	1,79	1,42	1,36	1,11
P assimilável (mg kg ⁻³)		3,30	2,60	13,40	8,00	2,00	0,90	27,00	7,10	213,10	48,30
pH		4,90	4,60	5,70	5,30	5,50	5,20	6,20	6,00	6,70	6,00
K (cmol _c dm ⁻³)		0,06	0,03	0,09	0,06	0,24	0,10	0,47	0,23	0,17	0,10
Na (cmol _c dm ⁻³)		0,80	0,60	0,50	0,40	0,08	0,07	0,20	0,15	0,74	1,01
Ca (cmol _c dm ⁻³)		1,50	0,40	1,40	0,60	2,29	0,67	1,98	1,89	3,87	2,18
Mg (cmol _c dm ⁻³)		0,70	0,30	1,00	0,40	1,29	0,80	1,89	1,70	1,04	1,31
Al (cmol _c dm ⁻³)		0,60	0,80	0,00	0,20	0,23	0,53	0,00	0,00	0,01	0,35
H+Al (cmol _c dm ⁻³)		8,70	7,80	2,80	2,10	2,38	2,99	1,18	1,11	1,55	3,18
Soma de bases (cmol _c dm ⁻³)		3,10	1,40	2,90	1,40	3,90	1,64	4,54	3,97	5,82	4,60
Capacidade de troca catiônica (cmol _c dm ⁻³)		11,80	9,20	5,70	3,50	6,28	4,63	5,72	5,09	7,37	7,78
Saturação por bases (%)		31,50	18,80	52,70	40,50	58,00	36,00	79,00	78,00	80,00	65,00
Saturação por Al (%)		15,80	34,10	1,10	12,60	8,00	26,00	0,00	0,00	0,00	10,00
Saturação por Na (%)		8,50	8,50	8,70	10,90	1,00	1,00	3,00	3,00	10,00	13,00

Fonte: Gomes et al. (2010, 2012b).
⁽¹⁾ n = número de repetições de cada média.

para isso o controle da vegetação das entrelinhas (Fontes, 2009).

Na baixada litorânea, o material areno-quartzoso do solo (textura arenosa) remete a uma frente de umedecimento tendendo a ser sempre descendente (efeito de capilaridade insignificante) ou coincidente com os períodos de ascendência do lençol freático (Gomes et al., 1998). Essa lógica pode ser alterada se os teores de areia muito fina (entre 0,1 mm e 0,05 mm de diâmetro) começam a se elevar para um nível que aumente a quantidade de microporos e, conseqüentemente, a água retida por capilaridade (Fontes; Costa, 1990). De qualquer forma, para muitas das áreas da Baixada Litorânea, a ascendência do lençol freático até próximo à superfície torna-se mais importante que a retenção de água do material do solo (Cintra, 2009; Passos, 2009) e é, em boa parte, dependente da presença de um horizonte subsuperficial espódico em posição não muito profunda no perfil. Por um lado, esse tipo de horizonte pode evitar a passagem da água de chuva, provocando a ascendência do lençol, e pode, por outro lado, significar uma zona de maior disponibilidade de água relativamente aos horizontes superficiais. A profundidade de ocorrência do horizonte espódico vai regular o seu papel nessa maior disponibilidade de água, considerando que esse ocorre desde profundidades menores que 1 m até profundidades acima de 4 m (Santos et al., 2013).

A equação de economia de água nos Tabuleiros Costeiros tende a ser melhor e mais complexa. Ela é favorecida nos topos

de elevação planos a quase planos (elevações com menor grau de dissecação). A mineralogia da fração argila também influencia, por ser homogênea e extremamente caulinitica, gerando solos com grau de estrutura fraco e trazendo, conseqüentemente, reflexos negativos para a infiltração de água no solo (Resende et al., 2011). Essa infiltração de água lenta pode se iniciar mais próxima ou mais distante da superfície, dependendo da evolução da textura no perfil do solo, lembrando que as variações de textura nos Tabuleiros Costeiros são erráticas e pronunciadas (Zangrande; Rezende, 1989). Na Figura 1, a condição do perfil CF de um Argissolo Amarelo Distrófico sob floresta, relativamente ao RF de um Latossolo Amarelo Distrófico sob floresta, deve favorecer a infiltração de água, evitando perdas por evaporação e por escoamento superficial (caso de solos com alguma declividade). A expressão do caráter coeso (ver item “Limitações das terras por impedimento ao manejo” neste capítulo) em CF também dependerá de maior período de deficiência de água e se expressará mais fortemente em maior profundidade (Gomes et al., 2012b). Considerando que o coqueiro é uma espécie perene, cujo sistema radicular atua eficientemente em subsuperfície (Cintra et al., 1992), esse comportamento do solo mais arenoso (perfil CF) até maior profundidade pode favorecer a espécie em cultivo e mesmo diminuir o custo energético no controle da matocompetição, relativamente a condição mais argilosa desde a superfície (perfil RF).

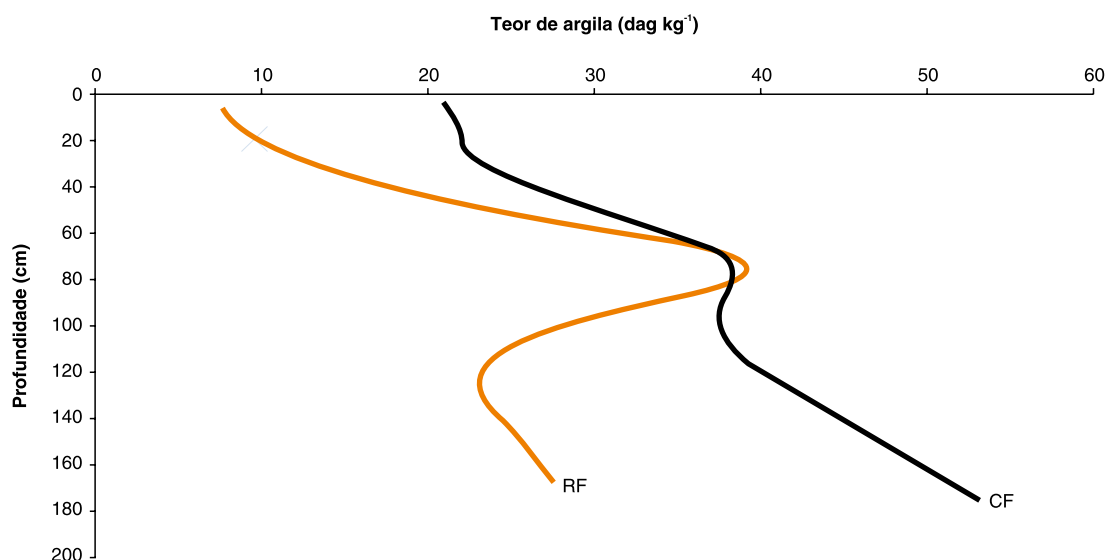


Figura 1. Teor de argila dos horizontes genéticos de dois perfis de solo dos Tabuleiros Costeiros. CF = Argissolo Amarelo Distrocoeso sob floresta, Coruripe, AL; RF = Latossolo Amarelo Distrocoeso sob floresta, Cruz das Almas, BA. O teor de argila de RF em superfície é mais que o dobro de CF. Os valores se aproximam em torno de 80 cm de profundidade.

Fonte: Gomes et al. (2012a).

Limitações das terras por deficiência de oxigênio (excesso de água)

Embora sensível ao excesso de água no solo, o que ocasiona redução no seu desenvolvimento, o coqueiro é capaz de emitir raízes aéreas como estratégia de convivência com esse tipo de estresse (Cintra, 2009). Se o período de excesso de água se prolonga, a falta de aeração do solo pode provocar a morte precoce de folhas (Passos, 2009).

Na Baixada Litorânea, parte das paisagens são formadas por solos hidromórficos, com período de excesso de água que excede o suportável pela cultura do coqueiro. Para algumas dessas áreas, os produtores fazem plantios em bancadas individuais, procu-

rando criar uma zona com menor excesso de água para as raízes do coqueiro. A prática é relativamente comum, mas pode gerar níveis de estresse na planta que se traduzem em baixa produtividade e menor vida útil do coqueiral. Essa situação pode ser ainda pior naquelas áreas com flutuações muito radicais do lençol freático, que alcança a superfície e depois se afasta dela, gerando a alternância sazonal dos dois estresses, deficiência e excesso de água no solo (Motta et al., 2002).

Os solos dos tabuleiros costeiros são, na sua maior parte, bem drenados, sem nenhum tipo de restrição por excesso de água. Para alguns topos dessas elevações (dos Tabuleiros Costeiros), geralmente aqueles mais amplos, ocorrem áreas abaciadas (ou influenciadas por cabeceiras pouco escava-

das) que apresentam solos com drenagem deficiente. Nessas depressões podem ocorrer solos com material quartzoso, geralmente Espodosolos (Silva et al., 2012), ou com material mais fino, Argissolos Acinzentados ou Cambissolos (na ausência de gradiente textural) adjetivados de gleissólicos no quarto nível da classificação (Figura 2). Para plantios sob sequeiro, esse regime hídrico mais forte pode ser até vantajoso na maior parte dos anos de cultivo, pois representariam um forte aliado na economia de água, dependendo, evidente, de quão forte o excesso de água vá se expressar localmente.

Limitações das terras por suscetibilidade à erosão

As áreas da baixada litorânea cultivadas com coqueiro são basicamente isentas de desvios por suscetibilidade à erosão. As áreas de dunas, com classes de relevo suave ondulado até forte ondulado, são consideradas de preservação e descartadas como áreas de cultivo, pois dificultam o manejo e potencializam a deficiência de água, já considerada forte nesses solos formados por sedimentos areno-quartzosos.

Mesmo nos tabuleiros costeiros, a característica perene do cultivo do coqueiral minimiza os processos erosivos. Além disso, a maioria dessas áreas cultivadas com coqueiro corresponde aos topos amplos e planos a quase planos. Entretanto, qualquer pequeno declive desses solos pode provocar intensa erosão laminar, uma consequência da mineralogia extremamente caulinitica dos solos locais (Resende et al., 2011; Gomes et al.,

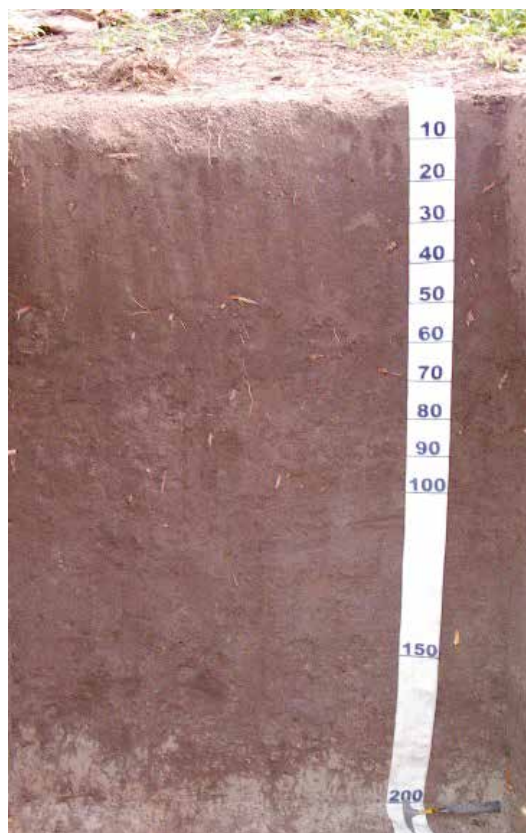


Foto: João Bosco Vasconcellos Gomes

Figura 2. Perfil de Cambissolo Háplico Tb distrófico gleissólico A moderado textura média/argilosa, transição cerrado/floresta tropical subcaducifólia relevo plano/suave ondulado em fundo de depressão, imperfeitamente drenado. Reparar cores de redução, mais visíveis a partir da marca de aproximadamente 185 cm de profundidade no perfil.

2012a, 2012b). Nesse aspecto, a prática comum de manejo das entrelinhas do coqueiral, principalmente em regime de sequeiro com grade de disco, pode aumentar os problemas de erosão laminar, embora existam alternativas ao uso da grade, como a do controle de matocompetição pelo uso de herbicidas (Fontes, 2009).

De qualquer forma, desvios por suscetibilidade à erosão dificilmente serão decisivos na viabilidade do coqueiral, e práticas

simples de melhoramento desses desvios ajudam a conviver com o problema. São práticas como a manutenção da cobertura do solo, evitando a exposição da superfície ao impacto direto das gotas de chuva (Carmo et al., 1990).

Limitações das terras por impedimento ao manejo

Problemas por impedimento ao manejo estão muito associados à existência de dificuldades com as práticas de mecanização. Nos cultivos perenes, atividades manuais, como alguns tratos culturais e a colheita também devem ser considerados.

Assim como no caso da suscetibilidade à erosão, a característica perene do cultivo do coqueiral diminui as limitações das terras em relação ao manejo. A maior importância será no momento da implantação ou renovação do coqueiral, quando características desfavoráveis do solo podem dificultar o seu preparo inicial. Não é sem fundamento que os Tabuleiros Costeiros apresentem uma predominância de uso da terra com espécies perenes e semiperenes, condizente com fragilidades associadas às características dos solos locais, principalmente quando evitam o seu revolvimento constante (Gomes et al., 2008). Parte dessa fragilidade pode ser explicada pela mineralogia caulinítica da fração argila, que se traduz em um baixo grau da macroestrutura (Ferreira et al., 1999; Resende et al., 2011).

Essa mineralogia extremamente caulinítica também tem papel importante na presen-

ça comum de camadas coesas na subsuperfície dos solos dos Tabuleiros Costeiros. A formação dessas camadas (horizontes coesos) ocorre de forma natural e apresenta outras hipóteses para sua ocorrência: entupimento dos poros com argila iluvial; presença de compostos orgânicos poucos polimerizados; presença e acúmulo de sílica secundária, óxidos de ferro e argila dispersa nos microporos; e adensamento por dessecação resultante da alteração da estrutura do solo pela alternância de ciclos de umedecimento e secagem (Corrêa et al., 2008; Giarola et al., 2009; Lima Neto et al., 2009). A coesão, atração entre moléculas semelhantes (Curi et al., 1993), decresce com o teor de umidade e incrementa com o conteúdo de argila (Baver et al., 1972; Cintra et al., 2009). O caráter coeso é diagnosticado no campo pela presença de material do solo que se apresente muito duro a extremamente duro quando seco, passando a friável ou firme quando úmido (Santos et al., 2013) e, assim, sua expressão, independente da textura e mineralogia da fração argila do solo, depende de sua umidade no momento da observação. Mas a profundidade da expressão do fenômeno, bem como a força dessa expressão, depende, em grande parte, do gradiente de textura da superfície para a subsuperfície do solo (Figura 3), coincidindo, em muito, com o já comentado para a Figura 1 em relação à infiltração de água no perfil. Considerando uma mesma região e posição de paisagem (relevo), à medida que se estabeleça um período sem precipitação e os solos comecem a secar, o perfil da direita, de textura arenosa/média/argilosa e horizonte A me-

nos espesso, tenderá a expressar o caráter coeso em menor profundidade e com mais força que o da esquerda, de textura arenosa/média e horizonte A mais espesso.

Assim, tem sido prática comum na implantação de cultivos perenes (como do coqueiro) nos Tabuleiros Costeiros, um preparo do solo que ultrapasse a camada coesa, pelo menos parcialmente, por meio do uso de subsola-gem. Essa chega a atingir mais de 1 m de profundidade em algumas áreas de implantação de eucalipto. A prática de subsolagem visa garantir um maior sucesso no crescimento inicial das mudas no campo, por aumentar a infiltração de água e, conseqüentemente, melhorar o crescimento radicular.

Os solos areno-quartzosos e planos da baixada litorânea vão ter problemas por impedimento ao manejo nas áreas com excesso de água (problemas de drenagem), que dificultariam qualquer tipo de intervenção.

Considerações finais

Neste capítulo, procurou-se realçar algumas características ambientais que devem ser consideradas na classificação das terras para a produção de coqueiro, lembrando que, mais importante do que as características isoladas, deve-se considerar uma síntese das qualidades do ambiente. Plantios novos ou a renovação de plantios antigos deve seguir uma sequência de planejamento lógica, à

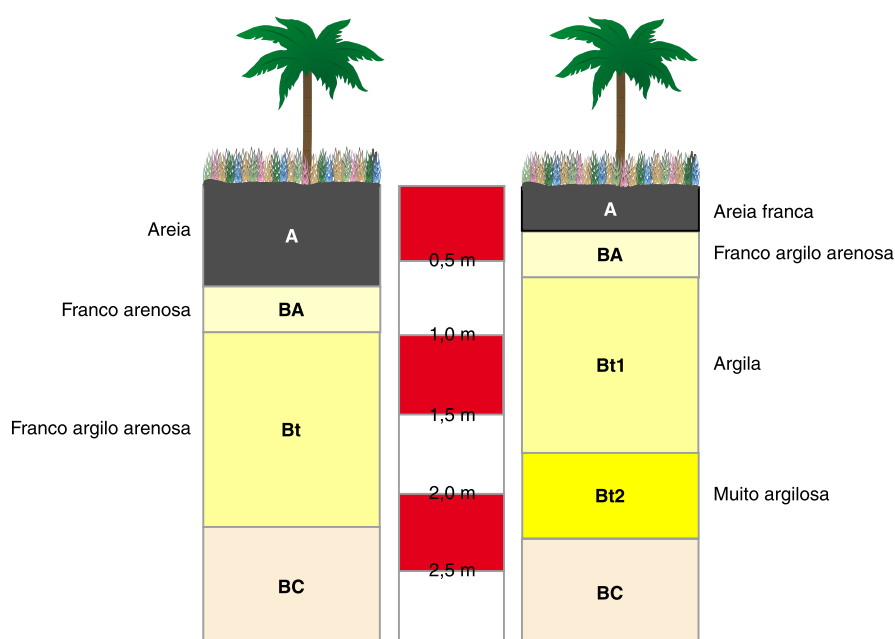


Figura 3. Dois perfis hipotéticos de Argissolo Amarelo Distrocoeso, comuns nos Tabuleiros Costeiros, mostrando diferenças de textura em profundidade que vão acarretar diferenças na força e na profundidade da expressão do caráter coeso. O horizonte BA (topo do horizonte B) é comumente o horizonte onde a coesão se expressa de forma mais contundente.

semelhança do propagado por Carmo et al. (1990) para áreas de produção florestal:

- Identificação e delimitação dos vários ambientes das áreas de produção (subáreas).
- Estimativa das limitações ecológicas de cada subárea.
- Viabilidade de redução das limitações ao desenvolvimento do coqueiral (correção de acidez, adubação, irrigação, práticas de controle de erosão, uso de cobertura do solo, etc.).
- Avaliação da interação sítio/cultivar de coqueiro por meio de elaboração de modelos de predição do comportamento dos cultivares em ambientes distintos.
- Ordenação das áreas quanto à classe de aptidão das terras para coqueiro, incluindo definição de cultivar, possibilidade de irrigação e capacidade de resposta à adubação mineral.

A Tabela 2 procura sintetizar qualidades ambientais importantes das unidades de paisagem (Baixada Litorânea e Tabuleiros Costeiros) mais presentes na produção de coqueiro. A partir dessas informações e

considerando a plasticidade genética das cultivares de coqueiro disponíveis (Anão, Gigante e híbridos), fica fácil afirmar que a cultivar Gigante, por exemplo, pela sua rusticidade é a mais apropriada para os solos da Baixada Litorânea, que, de forma geral, apresentam menor potencial para atividades produtivas. Entre outros aspectos, essa cultivar convive melhor com deficits hídricos mais severos e comuns nos solos de textura arenosa da baixada litorânea, relativamente aos solos dos Tabuleiros Costeiros. Mas pode ocorrer uma situação específica em que uma área de restinga (Baixada Litorânea) apresente um lençol freático próximo à superfície apenas o suficiente para melhorar a deficiência de água do solo e permita um plantio econômico de coqueiro-anão. Evidente, existe uma tendência de que essas áreas passem a apresentar inundações ocasionais a frequentes, que podem inviabilizar qualquer tipo de plantio, não só de coqueiro-anão. Ou seja, pode-se desenhar um quadro geral, mas são aspectos locais que vão permitir uma avaliação mais precisa de desempenho do coqueiral em nível de propriedade ou de empresa rural.

Tabela 2. Características e qualidades ambientais das terras da Baixada Litorânea e dos Tabuleiros Costeiros a serem consideradas na implantação e desenvolvimento do coqueiral.

Fator/atributo do solo	Área plana da Baixada Litorânea	Topo de elevação e encostas de Tabuleiros Costeiros
Solos predominantes	Espodossolo e, de forma secundária, Neossolo Quartzarênico	Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo e nas áreas abaciadas, Argissolo Acinzentado ou Espodossolo
Deficiência de nutrientes	Muito forte	Forte (ausência de reserva de nutrientes e capacidade de troca catiônica baixa)
Melhoramento da deficiência de nutrientes	Limitado pela constituição areno-quartzosa do material do solo	Áreas planas apresentam boa resposta às correções de acidez e adubações, com baixas taxas de lixiviação para fora da zona das raízes
Textura	Areia a areia franca, podendo chegar a franco-arenosa	Geralmente binárias (horizontes superficial/subsuperficial), sendo as mais comuns arenosa/argilosa e média/argilosa, mas com grande variação de situações
Deficiência de água	Muito forte em períodos de estiagem (textura areia)	Moderada a muito forte nos períodos de estiagem, variando em função do relevo e da textura do solo local, ficando abrandada nos abaciamentos dos topos
Melhoramento da deficiência de água (irrigação)	Pouco comum	Comum, mas com limitações de área, a partir do represamento de rios ou de poços profundos
Deficiência de oxigênio (excesso de água)	Muitas áreas imperfeitamente a mal drenadas, com inundações sazonais ocasionais a frequentes	Poucas e pequenas áreas imperfeitamente drenadas (parte das áreas abaciadas) com raras a ocasionais inundações sazonais
Melhoramento da deficiência de oxigênio (drenagem)	Limitado, pela constituição solta do sedimento, formatação da paisagem e pelo impacto ambiental	Difícilmente será necessário, com as poucas áreas mal drenadas sendo deixadas para preservação
Relevo	Plano	Plano a suave ondulado, também ocorrendo ondulado (raramente forte ondulado) em elevações de topo curto
Suscetibilidade à erosão	Nula	Nula em áreas planas ou abaciadas, ligeira a moderada em relevos mais fortes
Melhoramento da suscetibilidade à erosão	-	Cobertura morta, plantio em nível
Impedimento ao manejo	Casos de lençol freático na, ou próximo à superfície do solo ou horizonte espódico cimentado (fragipã e duripã – “ortstein”) muito próximo à superfície do solo	Caráter coeso, principalmente quando muito próximo à superfície do solo, ou horizonte subsuperficial cimentado (fragipã e duripã) muito próximo à superfície do solo

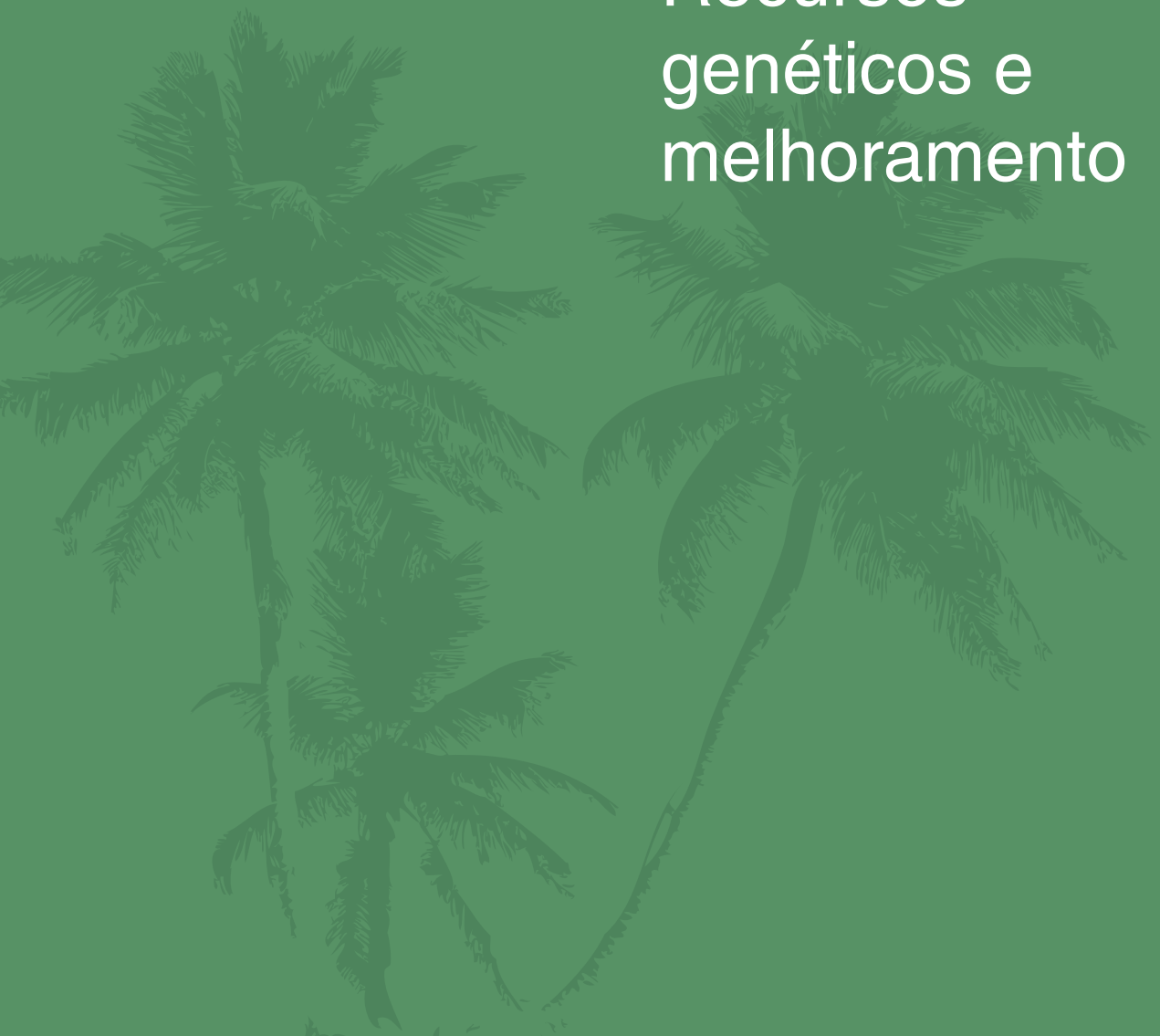
Referências

- ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.
- BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Soil physics**. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 1972. 498 p.
- BENNEMA, J.; CAMARGO, M. N. **Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros: subsídio à VI reunião técnica de levantamento de solos**. Rio de Janeiro: DPEA/DPFS, 1964. 45 p.
- CARMO, D. N.; RESENDE, M.; SILVA, T. C. A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. Folha de Viçosa, 1990. p. 187-236.
- CINTRA, F. L. D. Solos da baixada litorânea e dos tabuleiros costeiros cultivados do coqueiro gigante; principais características. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 61-74.
- CINTRA, F. L. D.; LEAL, M. de L. da S.; PASSOS, E. E. M. Root system distribution in dwarf coconuts. **Oléagineux**, v. 47, p. 225-234, 1992.
- CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. de L. da S.; PORTELA, J. C. Efeito de volumes de água de irrigação no regime hídrico de solo coeso dos tabuleiros e na produção de coqueiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 1041-1051, 2009.
- CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; CURI, N.; TORRES, T. C. P. Caracterização física, química, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 297-313, 2008.
- CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; RUIZ, H. A.; BASTOS, R. S. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das várzeas de Souza (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, p. 311-324, 2003.
- CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90 p.
- FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de Latossolos da região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 3, p. 507-514, 1999.
- FONTES, H. R. Produção de mudas, métodos para manejo do solo e tratos culturais de coqueiro gigante ajustados à pequena produção. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 107-125.
- FONTES, H. R.; COSTA, L. M. Sistemas de manejo de solo e comportamento hídrico da areia sobre o desenvolvimento de coqueiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 661-668, 1990.
- GIAROLA, N. F. B.; LIMA, H. V.; ROMERO, R. E.; BRINATTI, A. M.; SILVA, A. P. Mineralogia e cristalografia da fração argila de horizontes coesos de solos nos tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 33-40, 2009.
- GOMES, J. B. V.; ARAÚJO FILHO, J. C.; CURI, N. Solos de tabuleiros costeiros sob florestas naturais e sob cultivo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 71, p. 233-246, 2012a.
- GOMES, J. B. V.; BARRETO, A. C.; MICHEREFF FILHO, M.; VIDAL, W. C. L.; COSTA, J. L. da S.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; CURI, N. Relações entre atributos do solo e atividade de formigas em restingas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 67-78, 2010.
- GOMES, J. B. V.; BOLFE, E. L.; CURI, N.; FONTES, H. R.; BARRETO, A. C.; VIANA, R. D. Variabilidade espacial de atributos de solos em unidades de manejo em área piloto de produção integrada de coco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2471-2482, 2008.
- GOMES, J. B. V.; FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; CURI, N. Soil attributes under agroecosystems and forest vegetation in the coastal tablelands of northeastern Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 6, p. 649-664, 2012b.
- GOMES, J. B. V.; RESENDE, M.; REZENDE, S. B.; MENDONÇA, E. de S. Solos de três áreas de restinga: I. Morfologia, caracterização e classificação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 11, p. 1907-1919, 1998.
- HOLANDA, J. S.; ALVES, M. C. S.; MEDEIROS, A. A. Adubação de coqueiro gigante tendo como foco a pequena produção e a baixa capacidade de

- investimento. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 91-106.
- IBGE. **Censo agropecuário 1995-1996**. Rio de Janeiro, 1998.
- KORNDÖRFER, G. H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 355-374.
- LIMA NETO, J. de A.; RIBEIRO, M. R.; CORRÊA, M. M.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; LIMA, J. F. W. F.; FERREIRA, R. F. de A. e L. Caracterização e gênese do caráter coeso em latossolos amarelos e argissolos dos tabuleiros costeiros do estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 1001-1011, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MOTTA, P. E. F.; CURI, N.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; GOMES, J. B. V. Ocorrência de macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 7, p. 1023-1031, 2002.
- PASSOS, E. E. M. Clima e exigências hídricas do coqueiro gigante. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 75-89.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. 65 p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J. C.; REZENDE, S. B. **Mineralogia de solos brasileiros: interpretação e aplicações**. Lavras: Ed. da Ufla, 2011. 206 p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5. ed. Lavras: Ed. da Ufla, 2007. 322 p.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- SILVA NETO, M. F. da; MACEDO, M. L. A.; ANDRADE, A. R.; FREITAS, J. C.; PEREIRA, E. R. R. Análise do perfil agrícola do perímetro irrigado de São Gonçalo-PB. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 155-172, 2012.
- SILVA, E. A.; GOMES, J. B. V.; ARAÚJO FILHO, J. C.; VIDAL-TORRADO, P.; COOPER, M.; CURI, N. Morphology, mineralogy and micromorphology of soils associated to summit depressions of the Northeastern Brazilian Coastal Plains. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 5, p. 507-517, 2012.
- SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEU, J. P.; SOUZA NETO, N. C.; BRITO, L. T.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; SILVA, A. B.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina: Embrapa-CPATSA; Recife: Embrapa-CNPS, 1993. v. 2, 387 p.
- SOBRAL, L. F. Nutrição e adubação do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1998. p. 129-157.
- WANDERLEY, M.; LOPES, G. M. B. Importância sócio-econômica da produção de coco seco no Brasil. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 13-23.
- ZANGRANDE, M. B.; REZENDE, S. B. Características de um Podzólico Vermelho-Amarelo abrupto dos platôs litorâneos do norte do Espírito Santo. **Revista Ceres**, v. 36, n. 204, p. 147-172, 1989.

PARTE 3

Recursos genéticos e melhoramento



Capítulo 1

Recursos genéticos

Semíramis Rabelo Ramalho Ramos

Wilson Menezes Aragão

Evandro Almeida Tupinambá

Roland Bourdeix

Alinne Oliveira Nunes de Azevedo

Carina Mendes Loiola

Kamila Marcelino Brito Sobral

Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma palmeira monoespecífica e diploide ($2n=2x$) com 32 cromossomos (Nambiar; Swaminathan, 1960; Uhl; Dransfield, 1987), que pertence ao gênero *Cocos*, família Arecaceae (Palmaceae), subfamília Cocoideae, a qual tem 27 gêneros e 600 espécies (Teulat et al., 2000). A ocorrência da espécie é generalizada e aparentemente antiga, com registros de fósseis de mais de 28.000 anos da tribo Cocoseae, indicando a sua presença na região Indo-Pacífica (Loy et al., 1992).

Presume-se que o nome do gênero, bem como o nome popular “coco” sejam de origem espanhola, o que significa “cara de macaco”. Provavelmente, essa denominação foi devida às três cicatrizes existentes na base do fruto (Child, 1974).

O coqueiro apresenta três variedades usadas comercialmente: a *Cocos nucifera* var. *typica* (coqueiro-gigante), a *Cocos nucifera* var. *nana* (coqueiro-anão) e a *Cocos nucifera*

var. *aurantiaca* (coqueiro-intermediário) (Liyanage, 1958). Vale salientar que, no Brasil, se encontram as variedades *typica* e *nana*, não sendo encontrada a variedade *aurantiaca*.

A variedade *typica* faz parte da paisagem nacional, principalmente das áreas litorâneas, e representa cerca de 70% da exploração do coqueiro no Brasil. É uma variedade rústica, alógama, que apresenta germinação de semente lenta, crescimento rápido, fase vegetativa longa (cerca de 5 a 7 anos), frutos grandes e quando da aplicação de tecnologias, apresenta produção de 60 a 80 frutos por planta por ano. Os frutos maduros podem ser empregados tanto in natura – produção de coco-seco – como também para uso culinário na agroindústria de alimentos (Aragão et al., 2002).

A variedade *nana* é representada pelas cultivares Amarela, Verde e Vermelha, as quais são distinguidas pela cor do pecíolo, da ráquis da folha e, principalmente, pela cor do epicarpo do fruto (Child, 1974) (Figura 1). Nos principais países produtores de coco do mundo, o coqueiro-anão não tem utilidade comercial, sendo empregado, apenas, nos programas de cruzamento intervarietal e para fins ornamentais. Contudo, no Brasil, além de utilizado em cruzamentos, o coqueiro-anão é cultivado preferencialmente em áreas irrigadas para comercialização da água de coco. Apresenta produção média em torno de 300 ml de água por fruto e com qualidade sensorial superior às outras cultivares de coqueiro (Aragão et al., 2002). Dentre os anões existentes no Brasil, desta-

ca-se a cultivar Anão Verde, que é utilizada comercialmente no País para a produção de água de coco. Internacionalmente, essa variedade é denominada Brazil Green Dwarf (BGD) ou Nain Vert Du Brésil (NVB) e os seus frutos são muito apreciados, devido, principalmente, ao sabor característico da água: doce e palatável. A água dos frutos jovens é considerada uma das melhores, quando comparadas aos outros anões (Bourdeix et al., 2005).

A variedade *aurantiaca*, comum no Sri Lanka, não é encontrada no Brasil. É uma variedade de estatura intermediária, aló-gama e de longa fase vegetativa (5 a 6 anos). Apresenta baixa tolerância à seca, a pragas e a doenças. O epicarpo é de cor laranja brilhante e a água é rica em sacarose, sendo bastante apreciada (Ekanayake et al., 2010).

Do cruzamento entre essas variedades, obtém-se o híbrido intervarietal (anão x gigante), o qual é o tipo principal de cultivar utilizada mundialmente nos programas de fomento à cultura do coqueiro. Isso ocorre devido à sua ampla utilidade comercial, podendo ser empregada para produção de água de coco, de fibra e, principalmente, segundo Aragão et al. (2002), para produção de polpa ou al-búmen sólido (400 g por fruto). Além disso, esse tipo de cultivar apresenta velocidade de germinação das sementes intermediária em relação aos parentais e é semiprecoce, florescendo em média aos 3,1 anos (Aragão et al., 2004).

Torna-se evidente a importância das variedades de coqueiro para os programas de melhoramento da espécie. No caso específico do Brasil, de acordo com alguns autores (Bourdeix et al., 2009), maior foco deve ser direcionado ao melhoramento das cultivares de coqueiro-anão, tendo em vista que já se diferenciam competitivamente no mercado e é a base dos programas de melhoramento genético em andamento no País.

Contudo, para que os programas de melhoramento tenham êxito, são necessárias a existência e a disponibilização de variabilidade genética e, conseqüentemente, o enriquecimento da base genética no País, via introdução de novos acessos, assim como o estabelecimento de ações relacionadas ao manejo do germoplasma, nas ações de caracterização, avaliação, conservação e documentação dos acessos. Especificamente com relação à conservação, vale salientar que é evidente no País a existência de ameaças à manutenção das populações de coqueiro-gigante, seja pelo fato da senilidade do coqueiral e não regeneração das populações em condições in situ, ou pelo fato da maioria das áreas estarem localizadas em zonas fortemente influenciadas pelo mercado imobiliário e indústria do turismo, o que intensifica o processo de erosão genética. Assim, as ações voltadas ao entendimento e ao manejo dos recursos genéticos tornam-se essenciais para a conservação e utilização ampla dos acessos de coqueiro-gigante e de coqueiro-anão no Brasil.

Origem, diversidade e dispersão com ênfase no continente americano

O coqueiro é uma espécie que tem distribuição nas regiões tropicais da Ásia, da África, das Américas e da Oceania. Contudo, devido à falta de evidências diretas, principalmente a da não existência de um ancestral comum, assim como a existência de gêneros de palmeiras, como *Syagrus* e *Attalea* na América do Sul, e a longa história do coqueiro no Hemisfério Oriental, houve controvérsias sobre o seu provável centro de origem (Perera et al., 1999, 2000; Clement et al., 2013).

Nesse sentido, surgiram algumas hipóteses. Botânicos do início do século 20 acreditavam que a origem do coco era a América do Sul (Child, 1974). De Candolle (1959) foi o primeiro a propor a origem neotropical (sul-americana), embora posteriormente tenha descartado a idéia (De Candolle, 1883 citado por Clement et al., 2013). Alguns autores consideraram a Polinésia, Índia e Ilhas do Pacífico como o centro de origem (Child, 1974). Há indicações de origem no oeste (Harries, 1978) e sul do Pacífico (Beccari, 1963) e Melanésia (Península Malaia, Indonésia, Filipinas e Nova Guiné) (Moore Junior, 1973; Harries, 1995). Contudo, baseado em evidências circunstanciais (Purseglove, 1972), a hipótese mais aceita sugere que o coqueiro tenha origem no Sudeste Asiático, confirmando o que estava relatado em Harries (1995), especificamente nas ilhas entre os oceanos Índico e Pacífico. Da Índia, os europeus introduziram o coco

na Costa Atlântica da África, América do Sul e Caribe (Sauer, 1971), assim, se espalhou pelos trópicos, como relatam dados atuais em Gunn et al. (2011).

Harries (1978) elaborou uma teoria para a diversidade da espécie, com base na existência de dois tipos: Niu Kafa (selvagem) e Niu Vai (domesticado). O tipo Niu Kafa é considerado o mais ancestral do coqueiro e é predominante na bacia do Oceano Índico. Apresenta frutos grandes, alongados, seções triangulares, abundância em mesocarpo fibroso, endosperma reduzido, além de germinação lenta, o que favorece a disseminação por flutuação em correntes marítimas. O segundo, Niu Vai, apresenta frutos redondos, endosperma aumentado, mesocarpo diminuído e germinação precoce, portanto, não apropriado para a disseminação por flutuação. O tipo Niu Vai seria o reflexo da seleção do coqueiro sob cultivo, com o evento da domesticação iniciada na região do Pacífico (Harries et al., 2004).

Ainda de acordo com Harries (1978), o tipo selvagem de coco evoluiu por seleção natural, e a sua disseminação e sobrevivência foram independentes das atividades humanas. O segundo tipo de coco (Niu Vai) surgiu por meio do processo de domesticação, provavelmente na região da Melanésia (Harries, 1990). Essa teoria tem sido usada para identificar germoplasma de coco em várias partes do mundo (Harries, 1981) e a existência desses dois tipos de coqueiro representa, também, dois conjuntos de genes importantes que já foram estudados, com ênfase em diversos objetivos, por meio de análises baseadas em marcadores de DNA, tais como:

ISTRs (Duran et al., 1997), RAPD (Ashburner; Rohde, 1994; Manimekalai; Nagarajan, 2006), RFLPs e AFLPs (Lebrun et al., 1998; Teulat et al., 2000), SSR (Perera et al., 2000; Teulat et al., 2000; Ribeiro et al., 2010) e ISSR (Zizumbo-Villarreal, 2006). Os estudos com marcadores também foram importantes para revalidar possíveis rotas de dispersão do coqueiro efetuadas, principalmente, por navegantes europeus que introduziram, a partir da região do Oceano Índico, coqueiros do tipo Niu Kafa na costa Atlântica da África e das Américas, e coqueiros do tipo Niu Vai, originários da região do Oceano Pacífico, na costa do Pacífico das Américas (Harries, 1978). Com base nesses conhecimentos, foi proposta uma classificação de coqueiros em dois tipos, baseados em diferentes regiões geográficas: o grupo do Pacífico e o grupo Indo-Atlântico. Essa classificação tem contribuído para uma melhor compreensão da dispersão e da diversidade genética nas populações de coqueiro (Lebrun et al., 2005; Gunn et al., 2011).

Quanto à origem do coqueiro-anão, há relatos de que essa variedade, provavelmente, se originou de uma mutação gênica (Menon; Pandalai, 1958) ou evoluiu por meio do processo de autofecundação do coqueiro-gigante ou como resultado da seleção humana (Swaminathan; Nambiar, 1961; Harries, 1978). O primeiro relato da sua existência na América foi feito em 1573–1574 (Zizumbo-Villarreal, 1996) e os autores sugerem que, nas introduções feitas das Filipinas para o México, houve a entrada de germoplasma de coqueiro-anão (Zizumbo-Villarreal et al., 1993). Zizumbo-

Villareal e Harries (1990) também encontraram, em levantamento anterior, espécimes de coqueiro-anão muito antigas que não correspondiam a uma primeira introdução, as quais foram relatadas em 1940.

Esses dois tipos de coqueiro – anão e gigante – se diferenciam com relação a algumas características, como altura da planta e precocidade, mas, principalmente, com relação ao sistema reprodutivo que, enquanto os gigantes são predominantemente de fecundação cruzada, os anões se apresentam predominantemente de autofecundação (Foale, 2005). A variação no modo de cruzamento entre os tipos resulta do fato dos gigantes possuírem alto nível de diversidade genética (Ramanatha Rao et al., 2005), com uma grande fonte de variabilidade ainda não amplamente explorada.

Assim, reconhecem-se dois tipos de diversidade em coqueiro: primeiro, há a diversidade entre populações atribuíveis à seleção natural ou humana ou a ambas; segundo, há a variabilidade genética encontrada dentro de uma população alóga-ma (Bourdeix, 1999; Bourdeix et al., 2005). Nessa última categoria, se encaixam todos os gigantes, embora limitada autogamia tenha sido identificada nessas populações (Bourdeix, 1999; Bourdeix et al., 2005).

Disseminação e introdução do coqueiro na América

No coqueiro, o modo de disseminação modelou a estrutura genética da espécie: um pequeno número de indivíduos originando as populações insulares favoreceu a emer-

gência de múltiplas populações compostas de indivíduos aparentados, seguido por efeitos fundadores sucessivos (Bourdeix et al., 1997).

De acordo com Ramanatha Rao et al. (2005), pode-se presumir que o processo de dispersão foi baseado num tamanho inicial pequeno de amostra de sementes. Ainda de acordo com os autores, se a teoria da dispersão por flutuação for verdadeira, então o tamanho da amostra pode ter sido limitado a um ou dois frutos, o que é especialmente verdade em muitas pequenas ilhas desabitadas ou nos atóis. Esse efeito fundador o qual o coqueiro deve ter passado no processo de dispersão, com a interferência humana ou de outro modo, pode ter resultado em considerável deriva genética nas populações fundadoras e isso tem um significado muito importante na estrutura genética atual de muitas populações.

A autogamia parcial contribuiu para aumentar sua endogamia e a seleção humana reduziu ainda mais sua variabilidade. Essa dinâmica levou a um mosaico de ecótipos morfollogicamente bem diferenciados. As sucessivas colonizações com materiais de origens genéticas diferentes têm, entretanto, restaurado certa heterozigosidade (Bourdeix et al., 1997).

Alguns autores (Bourdeix et al., 2005) consideram que ainda é um desafio traçar algumas rotas sobre a disseminação da espécie. Por exemplo, a discussão sobre a entrada da cultura na costa do Pacífico do Panamá, no início do século 16, e o fato de terem encontrado recentemente evidên-

cias genéticas para a relação entre a população atual da cultura na Costa do Pacífico do Panamá e os coqueiros nas Filipinas (Baudouin; Lebrun, 2009; Gunn et al., 2011) é um exemplo sobre a necessidade de mais discussão sobre esse tema.

Contudo, há uma concordância com relação ao fato de que, exceto para a Costa do Pacífico, as ilhas de Cabo Verde, Santiago e Gorée, desempenharam um papel importante na disseminação do coqueiro nas Américas (Harries, 1977). De Cabo Verde, onde teriam sido introduzidas pelos portugueses, as sementes foram também levadas para a Costa Atlântica da América, Caribe e África.

Registros históricos indicam que o germoplasma de coqueiro foi introduzido na Costa Oeste do México de, pelo menos, três regiões geograficamente distintas: Costa do Pacífico do Panamá, em 1539; Ilhas Salomão, em 1569; e das Filipinas, no período de 1571 a 1815 (Zizumbo-Villarreal, 1996). Relatos indicam também que, a partir da Ilha de Cabo Verde, provavelmente em torno de 1549, o coqueiro foi introduzido em Porto Rico (Bruman, 1944; Harries, 1977). Também na República Dominicana, há relatos de que a entrada do coqueiro-gigante, tradicionalmente denominado de "germoplasma crioulo", foi no século 16, proveniente do Sul da Ásia, provavelmente via Oeste da África (Martinez et al., 2009). Contudo, vale ressaltar que ainda não há um consenso sobre a primeira introdução do coqueiro na Costa Pacífica da América Latina, pois há autores que informam que foi durante a conquista espanhola (Clement

et al., 2013), enquanto outros autores confirmam que já havia coqueiro nessa região no período pré-colombiano (Baudouin et al., 2014). Quanto ao coqueiro-anão, esse foi introduzido em território nacional no século 20, proveniente da Malásia. Em síntese, pode-se afirmar que o coqueiro tenha uma história registrada de um pouco mais que 500 anos no oeste da África e nas Américas (Purselove, 1972; Harries, 1978; Persley, 1992).

Disseminação e introdução do coqueiro no Brasil

Os frutos do coqueiro serviram aos portugueses nas suas expedições à América, então a sua introdução no Brasil foi consequência dessas atividades (Harries, 1977). De acordo com as evidências históricas, o coqueiro-gigante, proveniente da Ilha de Cabo Verde, foi introduzido pela primeira vez pelos portugueses em 1553 na costa da Bahia, região Nordeste do Brasil (Bruman, 1944; Harries, 1977), os quais, possivelmente, foram os primeiros coqueiros da América continental (Clement et al., 2013). A origem remota desse material seria a Índia ou Sri Lanka, de onde os cocos teriam sido introduzidos, primeiramente, em Moçambique. Essa hipótese se confirma pela semelhança entre o coqueiro-gigante do Oeste da África e o coqueiro-gigante de Moçambique (Nuce De Lamothe, 1983; Siqueira et al., 2002). De fato, há constatação histórica de que as condições ambientais do local de introdução no Brasil são muito favoráveis ao cultivo e que ao longo do tempo, as populações naturalizadas de

coqueiro-gigante fazem parte da paisagem das áreas litorâneas nordestinas. A variedade de coqueiro comum encontrada na Bahia é muito similar a outras encontradas na Jamaica, América do Sul e Oeste e Leste da África (Romney; Dias, 1979), assim como com outras variedades pertencentes ao grupo Indo-Atlântico (Martinez et al., 2009).

A segunda introdução de coqueiro no Brasil aconteceu em 1939, com a variedade cabocla proveniente de Kuala Lumpur na Malásia (Burle; Browne, 1954). Apesar de não se ter registros, é provável que outras introduções tenham ocorrido entre os séculos 15 e 19 (Romney; Dias, 1979), quando as ilhas de Cabo Verde serviram como um porto comercial entre Portugal, Brasil e África.

A terceira introdução foi realizada pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), em 1978, com o coqueiro-gigante do Oeste Africano, procedente da Costa do Marfim, decorrente de um convênio com o Institut de Recherches Pour Les Huiles et Oleagineux (IRHO), atualmente Centre de Coopération Internationale em Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad).

A quarta introdução ocorreu em 1981, quando a empresa Sococo importou o coqueiro-gigante do Oeste Africano para instalar um campo de produção de híbridos no município de Moju, Pará. Entretanto, a introdução mais expressiva ocorreu em 1983, quando a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) importou da Costa do Marfim sete populações de coqueiro-gigante (gigante-do-oeste-africano, gigante-

de-rennel, gigante-de-rotuma, gigante-de-tonga, gigante-da-polinésia, gigante-de-vanuatu e gigante-da-malásia) e implantou, no município de Ilha das Flores, SE, o BAG-Coco.

A introdução do coqueiro-anão em território nacional ocorreu a partir do início do século 20, da seguinte forma: o coqueiro-anão-verde, em 1924, procedente de Java (Toledo, 1962); o coqueiro-anão-amarelo, em 1938, procedente do Norte da Malásia; o coqueiro-anão-vermelho, originário da Malásia, em 1939; e o coqueiro-anão-vermelho originário de Camarões, em 1978 (Dias, 1980 citado por Aragão et al., 2003).

O coqueiro-anão-verde destaca-se entre os demais com relação à área de plantio e consumo no País. Relatos indicam que o acesso de coqueiro-anão-verde-do-brasil, conservado no banco internacional de recursos genéticos de coco, International Coconut Genebank for Africa and Indian Ocean (ICG-AIO), localizado em Abidjan, Costa do Marfim, foi adquirido na Guiné Equatorial, África, em torno de 1960 (Bourdeix et al., 2005). Os mesmos autores afirmam que esse anão-verde foi introduzido na África proveniente da cidade de Recife, Pernambuco, em junho de 1950. Os autores ainda mencionam que esse anão foi introduzido no Brasil, em 1920, do Jardim Botânico de Bogor (Bourdeix et al., 2005). A cidade de Bogor localiza-se perto de Jakarta, capital da Indonésia, na costa noroeste da Ilha de Java. Constata-se que há apenas uma leve diferença de 4 anos com relação ao ano de introdução relatado por Toledo (1962) e Bourdeix et al. (2005),

os quais informam que o coqueiro-anão-verde-do-brasil é proveniente da Indonésia.

Da Costa do Marfim, o anão-verde-do-brasil foi introduzido para coleções de germoplasma em Benin, Ghana, Filipinas, Sri Lanka, Vietnã e Tanzânia. Muitas sementes também foram enviadas para Guyana e Tahiti, nos anos 1980 (Bourdeix et al., 2005). Em síntese, sementes de coqueiro-anão-verde deixaram o País na década de 1950, e há atualmente acessos de coqueiro-anão-verde-do-brasil sendo conservados em pelo menos nove países, totalizando mais de 3.000 plantas (Bourdeix et al., 2005).

Uma das características mais marcantes do coqueiro-anão é o porte reduzido. Duas diferentes síndromes de nanismo existem na espécie: anões com estipes curtas (anão-da-malásia e anão-verde-do-brasil), e anões compactos com estipes longas e mais resistentes a ciclones (como 'Niu Leka'). Levantamentos preliminares realizados recentemente na Polinésia Francesa e nas Ilhas Fiji indicam que muitas cultivares de coqueiro-anão compactas ainda não foram coletadas pelos cientistas. Embora alguns países (Índia, Tailândia e Filipinas) tenham conseguido obter cultivares de coqueiro-anão a partir de progênies de anão x gigantes, a herança genética dessas duas síndromes de nanismo permanece desconhecida (Bourdeix et al., 2005).

No coqueiro-anão, a cor verde é determinada pelos genótipos rrGG ou rrGg (Bourdeix, 1988) e devido a essa cor, os frutos são mais aceitos no mercado para consumo da água (endosperma líquido). O fato de

alguns consumidores, principalmente das regiões Sul e Sudeste do Brasil, acreditarem que os frutos do coqueiro-anão-amarelo e do coqueiro-anão-vermelho são frutos do coqueiro-anão-verde maduro, faz com que essas duas cultivares sejam menos aceitas para consumo. Ou seja, há um desconhecimento por parte do consumidor que confunde estágio de maturação com a cor externa do fruto.

Ainda, como características de interesse dessa variedade, destaca-se o fato de apresentar precocidade, produtividade e menor porte, apresentando também grande importância na utilização em programas de melhoramento da cultura e produção de híbridos (Nuce De Lamothe; Rognon, 1977). Vale salientar que a cor amarela é recessiva em relação à verde e à vermelha; e, quanto ao verde e vermelho, não há dominância (Child, 1974).

Bancos de germoplasma de coco: status no mundo e no Brasil

Status no mundo

Em 1992, foi estabelecida pelo International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) (atual Bioversity International), sob a égide do Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), a rede internacional de recursos genéticos de coco International Coconut Genetic Resources Network (Cogent) num workshop que envolveu 15 países, em Cipanas, Indonésia,

tendo posteriormente a adesão de mais 23 países (Batugal, 2006). Assim, a rede representa hoje 39 países membros, os quais representam mais de 98% da produção global de coco (International Coconut Genetic Resources Network, 2012). Esses países estão localizados em cinco regiões: a) Sudeste e Oeste da Ásia; b) Sul da Ásia; c) Sul do Pacífico; d) África, Índia e Oceania; e e) América Latina e Caribe. Em linhas gerais, a rede tem por objetivos: estabelecer e manter a base de dados dos acessos de coqueiro; promover a conservação, troca, proteção e amplo uso do germoplasma; apoiar o desenvolvimento de novas tecnologias para conservação; entre outros (Batugal, 2006).

Recente consulta realizada na base de dados da rede revelou que existem atualmente cadastrados 1.680 acessos de coqueiro (Johnson; Bourdeix, 2014), os quais estão conservados em 24 bancos de germoplasma no mundo (Tabela 1).

As coleções com o maior número de acessos estão localizadas na região Sudeste da Ásia (36,66%), com destaque para o banco de germoplasma das Filipinas (224 acessos), seguida do Sul do Pacífico (31%). Em contrapartida, o número de acessos em algumas coleções (por exemplo, Benin, Tonga e Samoa) é bastante reduzido. Considerando as cinco regiões, constata-se que aquelas existentes na sub-rede da América Latina e Caribe – formada pelos bancos de germoplasma do Brasil, da Jamaica e do México – apresentam o menor número de acessos. Entre esses, o banco da Jamaica possui o maior número de acessos

Tabela 1. Situação atual da conservação ex situ in vivo de acessos de coqueiro conservados nos bancos de germoplasma do mundo e cadastrados na base de dados internacional de recursos genéticos de coco Coconut Genetic Resources Database (CGRD).

Instituição / programa	Codificação nacional do acesso	País	Número de acessos
National Coconut Development Programme (NCDP)	NCDP	Tanzânia	72
Oil Palm Research Institute (Opri)	OPRI	Gana	16
Centre National de Recherche Agronomique (CNRA)	SMD	Costa do Marfim	149
Institut National des Recherches Agricoles du Benin (CRC)	SP	Benin	4
Total da região Africana			241
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)	BRA	Brasil	29
Coconut Industry Board (CIB)	CIB	Jamaica	60
Centro de Investigación Científica de Yucatán (Cicy)	CICY	México	20
Total da região América Latina e Caribe			109
Bangladesh Agricultural Research Institute (Bari)	BARI	Bangladesh	40
Coconut Research Institute (CRI)	CRI	Sri Lanka	157
Central Plantation Crops Research Institute (CPCRI)	IND	Índia	301
Paquistão (RS)	PAKI	Paquistão	32
Total da região Sul do Pacífico			530
Stewart Resource Centre	CRI	Papua Nova Guiné	57
Taveuni Coconut Centre	TCC	Fiji	11
Tonga Ministry of Agriculture	TON	Tonga	7
Vanuatu Saraoutou Research Centre	VT	Vanuatu	79
Western Samoa	WS	Samoa	9
Solomon Islands Yandina Resource Centre	YSI	Ilhas Salomão	21
Total da região Sul da Ásia			184
Indonesian Palm Research Institute	BONE	Indonésia	203
Wenchang Coconut Research Institute	CHIN	China	17
Chumphon Horticulture Research Centre	CHRC	Tailândia	52
Dong Go Experimental Center	DGEC	Vietnam	31
Department of Agriculture Sabah	DOAS	Malásia	45
Malaysian Agricultural Research and Development Institute (Mardi)	MHP	Malásia	44
Philippine Coconut Authority (PCA)	PHL	Filipinas	224
Total da região Sudeste da Ásia			616
Total de acessos cadastrados			1.680

cadastrados na base de dados do CGRD (60 acessos). Porém, o banco de germoplasma do México possui mais acessos com dados de caracterização e avaliação cadastrados na base do que os outros dois países. Vale ressaltar, ainda, que o número cadastrado na base de dados Cogent considera duplicatas de acessos e, com isso, o número de acessos existentes em cada coleção pode ainda ser menor.

Status no Brasil

Foram realizadas, em 1982, as primeiras articulações para a formação do BAG-Coco no Brasil, por meio de uma ação da Embrapa Tabuleiros Costeiros – naquela época, a Unidade era denominada Centro Nacional de Pesquisa de Coco (CNPCo). A primeira área física destinada ao BAG-Coco foi o Campo Experimental do Betume (CEB), em Neópolis, SE, numa área de 100 ha, pertencente

anteriormente a um projeto de irrigação da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf). Naquela área, foram plantados os primeiros acessos importados da estação Marc Delorme, Abidjan, Costa do Marfim, por meio de um acordo que existia entre a Embrapa e o extinto IRHO. Os acessos introduzidos encontram-se na Tabela 2.

Na década de 1980, foram também realizadas ações de prospecção e coleta no Brasil. Assim, foram coletados os acessos de coqueiro-gigante da Praia do Forte (Bahia) e dos anões anão-verde-de-jiqui (Rio Grande do Norte), anão-amarelo e anão-vermelho-de-gramame (Paraíba). Em 1996, foram coletados e plantados acessos de coqueiro-gigante coletados em Pernambuco (praia de Merepe), Rio Grande do Norte (municípios de São José do Mipibu e Baía Formosa) e em Sergipe (município de Pacatuba).

Tabela 2. Acessos de coqueiro-gigante e coqueiro-anão procedentes do banco internacional de coco para Índia e Oceania, (ICG-AIO), localizado na Costa do Marfim, e introduzidos pela Embrapa Tabuleiros Costeiros no Brasil, Aracaju, 2015.

Variedade	Nome do acesso	Sigla	Origem
<i>Nana</i>	Anão Amarelo da Malásia	MYD	Malásia
<i>Nana</i>	Anão Vermelho da Malásia	MRD	Malásia
<i>Nana</i>	Anão Vermelho de Camarões	CRD	Camarões
<i>Typica</i>	Gigante da Malásia	MLT	Malásia
<i>Typica</i>	Gigante da Polinésia	GPY	Taiti
<i>Typica</i>	Gigante de Vanuatu	VTT	Vanuatu
<i>Typica</i>	Gigante de Rennell	RIT	Salomão
<i>Typica</i>	Gigante de Rotuma	RTMT	Fiji
<i>Typica</i>	Gigante de Tonga	TONT	Tonga
<i>Typica</i>	Gigante do Oeste Africano	WAT	Sudoeste Asiático

Em 1991, a Embrapa participou de uma reunião do IPGRI, em Jacarta, Indonésia, na qual foi criada a rede internacional de recursos genéticos de coco Cogent, ocasião em que o Brasil foi incluído no comitê executivo da referida rede. Uma das metas dessa rede foi a implantação de cinco bancos internacionais de germoplasma de coco, os quais pudessem ser base para conservação da variabilidade das cinco regiões de atuação da rede. Assim, em 1998, o Brasil apresentou proposta para sediar um banco internacional de coco, oferecendo-se para ser o hospedeiro para a variabilidade na América Latina e Caribe (Tupinambá, 2005).

Em 2002, constatou-se a disponibilidade de área para a implantação de um banco internacional no Brasil. Ainda nesse ano, o então coordenador do Cogent, Dr. Pons Batugal, em missão de supervisão ao Brasil, reuniu-se com a diretoria da Embrapa e iniciou-se o preparo da documentação necessária à implantação do banco (Memorandum of Understanding – MOU, e Letter of Agreement – LOA), que foram definitivamente assinados em 2007, entre a Embrapa e o Bioversity International, oficializando e consolidando no Brasil o Banco Internacional de Germoplasma de Coco para a América Latina e Caribe (ICG-LAC), representado juridicamente no País pela Embrapa Tabuleiros Costeiros.

O compromisso internacional do Brasil, enquanto membro da rede e *host* para a ICG-LAC, entre outros, é regenerar, conservar e identificar a variabilidade nacional, regional e internacional; avaliar a diversidade e o desempenho do germoplasma conservado

e disseminar as informações aos países produtores de coco; disponibilizar e favorecer o intercâmbio do germoplasma avaliado de acordo com os protocolos; e integrar base de dados e conduzir pesquisa e treinamento com relação ao manejo do germoplasma de coco (Batugal; Jayashree, 2005).

Manejo do banco de germoplasma

O manejo de um banco de germoplasma deve ser estabelecido por meio de atividades distintas que visam à conservação e ao uso dos recursos genéticos, a saber: coleta e introdução, conservação, caracterização, avaliação, multiplicação, regeneração, documentação e utilização do germoplasma (Hawkes, 1982; Ramos et al., 2007). Essas atividades, de forma constante e rotineira, caracterizam os objetivos e a função dos bancos ativos na obtenção da informação sobre a variabilidade genética e a disponibilização dessa informação para os usuários.

Enriquecimento: coleta e introdução de germoplasma

A formação de uma coleção de germoplasma inicia-se pela aquisição do germoplasma e enriquecimento do banco, processo que é realizado via coleta ou introdução. A coleta de germoplasma pode ser definida como o conjunto de atividades que visa à obtenção de unidades físicas vivas, que contenham a composição genética de um organismo, ou amostra de uma população de determinada espécie, com habilidade

de se reproduzir (Walter et al., 2005). Em termos práticos, a coleta de germoplasma pode ser subdividida em três etapas sequenciais e complementares, designadas pré-coleta, coleta a campo e pós-coleta (Walter; Cavalcanti, 1997), as quais envolvem, de forma geral, o planejamento de natureza técnica e logística, o conhecimento prévio sobre a biologia e o sistema reprodutivo da espécie; o status do acesso (domesticado ou silvestre), o manejo de cultivo estabelecido; o tipo de amostra a ser coletada; a estratégia de amostragem e o conhecimento e providências acerca da documentação legal necessária para implementar a ação.

Especificamente com relação à estratégia de amostragem, alguns autores (Allard, 1970; Marshall; Brown, 1975; Vencovsky, 1986; Brown; Marshall, 1995) discutiram e tentaram definir, com base em modelos matemáticos, estratégias que, considerando o número de amostras por local, o número de locais a serem amostrados e a distribuição dos locais de amostragem dentro de cada área pudessem fornecer aos coletores informações de como obter o máximo de variação genética com o menor número de amostras. Assim, considerando o tamanho ideal que se deve procurar e atingir na coleta, Vencovsky (1986) enfatizou que não se tem uma resposta única, pois tudo dependerá do rigor com que se quer, ou se pode trabalhar.

Para o coqueiro, tem-se como orientação quando do planejamento técnico, na pré-coleta, a necessidade de identificar populações que sejam legítimas e homogêneas.

De acordo com Siqueira et al. (1998), a legitimidade da população deve ser definida em função de sua idade. Dessa forma, a recomendação em 1985 era no sentido de procurar selecionar plantas com mais de 50 anos de idade, que, seguramente, seriam originárias dos primeiros exemplares introduzidos no Brasil no século 16. Isso significaria que em 2015, por exemplo, essa seleção deveria considerar plantas com mais de 80 anos, eliminando-se, assim, a possibilidade da obtenção de indivíduos resultantes de cruzamentos indesejáveis. O critério da homogeneidade pode ser avaliado observando-se os plantios mais tardios da vizinhança. O ideal é que haja um isolamento de, pelo menos, 500 m, com uma barreira de vegetação, isolando-as de plantios mais novos e, principalmente, de plantios de coqueiro-anão (Siqueira et al., 1998). Esses critérios têm sido utilizados na seleção tanto para o coqueiro-gigante quanto para o coqueiro-anão.

Na coleta de germoplasma de coqueiro, além dos critérios de legitimidade e homogeneidade, um parâmetro importante a ser considerado é a estratégia de amostragem, a seleção das plantas, assim como a seleção dos frutos. O caminhar adotado na área para a seleção das plantas deve ser ao acaso e as plantas devem ser observadas, individual e cuidadosamente, selecionando-se aquelas que apresentarem, na medida do possível, bom aspecto vegetativo e produção da planta; frutos de tamanho aceitável; aspecto e características fenotípicas próprias do coqueiro-gigante (Figura 1); e ausência de pragas e doenças. É necessá-

rio o máximo de cuidado para evitar plantas que apresentem características de híbridos. As plantas-mães selecionadas devem ser

devidamente identificadas com o nome da população e o número da planta. Ao mesmo tempo, devem ser coletadas tanto



Fotos: Semiramis R. R. Ramos



Figura 1. População de coqueiro-gigante em área natural, com detalhe para altura de planta, estipe, número de folhas, número de cachos e frutos.

as informações que identifiquem o acesso e o coletor, assim como aquelas que caracterizam o ambiente e o local da coleta (dados georeferenciados), as quais se constituem os dados de passaporte (International Plant Genetic Resources Institute, 1995). Esse procedimento é importante para, se necessário, permitir o acesso rápido e exato às plantas quando de um possível retorno às áreas de coleta.

Ainda no momento da coleta, os descritores relacionados à caracterização preliminar dos acessos podem ser mensurados. Por exemplo, aqueles relacionados à altura de planta, número de cachos e frutos por planta, número de folhas vivas e folhas mortas (Figura 2). Para o coqueiro, de acordo com as estratégias e recomendação técnica, adotou-se como critério coletar e mensurar 100 plantas por área alvo, selecionadas ao acaso e obedecendo aos critérios determinados. De cada planta devem ser coletados

cinco frutos para análise e aplicação dos descritores propostos oficialmente para a caracterização dos frutos (International Plant Genetic Resources Institute, 1995).

Na fase pós-coleta, os frutos devidamente identificados devem ser submetidos a um período de estocagem, em área coberta, por cerca de 60 dias até completa maturação. Posteriormente, pode ser feito o semeio em viveiros e as mudas devem ser transferidas para a área definitiva do banco de germoplasma. Nessa fase, devem ser aplicados os descritores de caracterização e a avaliação preliminar, recomendados para o coqueiro (International Plant Genetic Resources Institute, 1995).

Vale salientar que, sendo o coqueiro considerado uma cultura exótica, devem-se seguir os procedimentos legais determinados pela lei brasileira para aquisição de material exótico em área particular. Nesse

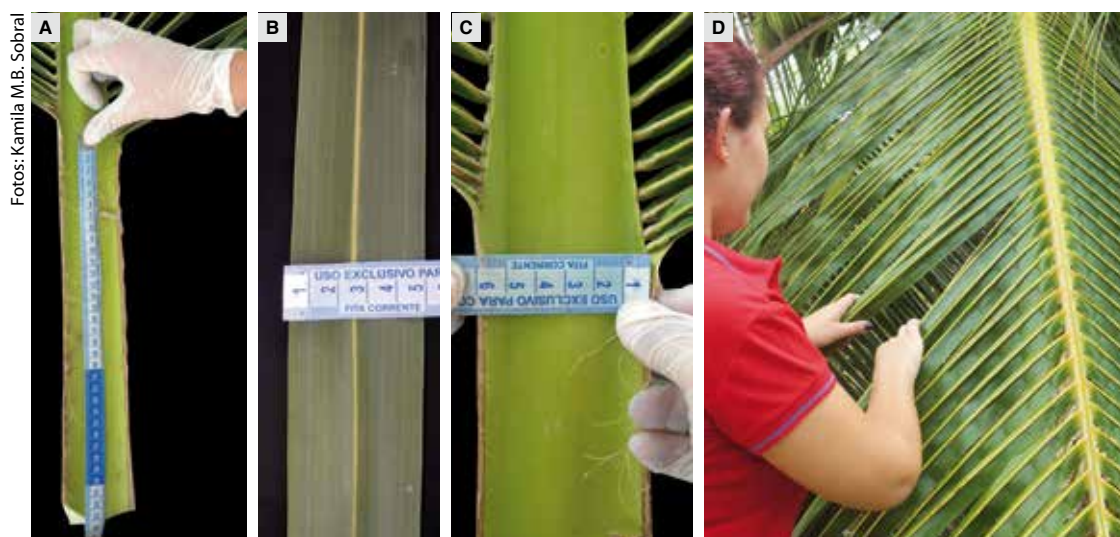


Figura 2. Caracterização morfológica e vegetativa utilizando descritores quantitativos para comprimento do pecíolo (A), largura do folíolo e pecíolo (B, C) e número de folíolos (D).

caso, o proprietário ou detentor do germoplasma deve manifestar formalmente a sua anuência como provedor na doação das sementes, via preenchimento formal de documentos. Para informações detalhadas acerca dos marcos regulatórios para acesso, coleta, intercâmbio, remessa e transporte de amostra do patrimônio genético devem ser consultadas as deliberações, resoluções e orientações técnicas do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN/MMA) (Brasil, 2001; Vasconcelos, 2012a, 2012b).

A introdução de germoplasma é realizada por meio de instituições públicas e privadas, e constitui a transferência ordenada e sistemática de germoplasma para um novo local, a fim de atender as necessidades do melhoramento genético e pesquisa correlata (Giacometti, 1988). O germoplasma introduzido em nova área deverá passar por um processo de avaliação que indicará a sua adaptabilidade. Nesse contexto, o processo de quarentena vegetal é importante e tem o objetivo de prevenir a introdução de organismos nocivos em áreas isentas, assim como definir e adotar procedimentos quarentenários que eliminem ou minimizem os riscos de introdução (Batista et al., 1988; Oliveira et al., 2003).

No Brasil, a legislação sobre importação e quarentena de material vegetal baseia-se no Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal (Brasil, 1998), e nas portarias complementares que regulamentam o assunto e estabelecem normas de acordo com as necessidades de cada caso. A portaria nº 224, de 3 de maio de 1977,

credencia a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, autorizando-a a proceder o intercâmbio de germoplasma e a adotar procedimentos de quarentena, bem como a dar pareceres técnicos nos processos de importação de germoplasma de interesse da Embrapa e de outras instituições do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), coordenado por ela (Batista et al., 1988; Oliveira et al., 2003). Mais recentemente, a referência legal em vigor no País para aquisição de germoplasma é a Lei nº 13.123 de 20 de maio de 2015 (Vasconcelos et al., 2016).

A Embrapa Tabuleiros Costeiros, desde a década de 1980, participa de processos de introdução de acessos de coqueiro. A identificação dos acessos prioritários para introdução é normalmente realizada com base em consulta prévia aos usuários, internos e externos, do banco de germoplasma de coco. Por exemplo, na última introdução realizada pela Embrapa, em 2008, foi disponibilizada pelo Cogent uma lista que continha a relação de acessos de coqueiro-gigante e de coqueiro-anão disponíveis para intercâmbio, e os usuários indicaram, em ordem hierárquica de prioridade (alta, média e baixa), os acessos de interesse para introdução. Nesse caso específico, a equipe da Embrapa Tabuleiros Costeiros envolveu-se diretamente com as atividades realizadas em campo (identificação in loco dos acessos e as condições de manejo conferidas às plantas e condição das instalações disponíveis para ajustar as condições necessárias à realização do trabalho no campo) e no laboratório (limpeza dos frutos,

excisão e inoculação dos embriões). Todos os embriões passaram por um processo de tratamento fitossanitário de acordo com as recomendações técnicas internacionais necessárias ao movimento seguro de germoplasma vegetal (Addendum..., 1993). No entanto, por razões técnicas, essa introdução de germoplasma no Brasil não teve sucesso com relação ao enriquecimento da base genética.

Vale reforçar que há interesse formal e necessidade, tanto do setor público quando do setor privado, pelo incremento da variabilidade genética no País. Apesar dos esforços envidados pela Embrapa para a introdução de novos acessos em 2008, a última introdução de sucesso realizada foi na década de 1980, que importou acessos de coqueiro-anão e coqueiro-gigante para formar o banco de germoplasma e iniciar o programa de melhoramento genético da cultura no País.

Caracterização e avaliação do germoplasma

Há diferenças práticas para os processos de caracterização e avaliação de germoplasma (International Plant Genetic Resources Institute, 1995). Por um lado, as características consideradas ambientalmente estáveis, altamente herdáveis, qualitativas, mono ou oligogênicas e facilmente manipuladas no melhoramento genético, definem o processo de caracterização, que pode ser morfológica, fenológica, reprodutiva, bioquímica, citogenética e molecular. Por outro lado, características quantitativas, com

forte influência ambiental, governadas por poucos ou muitos genes e não facilmente manipuladas e úteis no processo de melhoramento dos cultivos, definem o processo de avaliação de acessos de um banco de germoplasma.

A melhor avaliação é aquela que relata as características de interesse dos usuários, principalmente dos melhoristas, sejam elas qualitativas ou quantitativas, sendo essa a principal razão para estabelecer e manter coleções de germoplasma. Um banco desempenha suas funções quando descreve e avalia adequadamente os acessos, identificando características de importância para os programas de melhoramento genético aos quais estão vinculados (Hawkes, 1982). Assim, na valoração dos acessos, a depender do objetivo, o processo necessita de experimentos específicos e equipes multidisciplinares – melhoristas, fitopatologistas, entomologistas, entre outros –, além da necessidade de possuir infraestrutura adequada para todas as atividades.

O ICG-LAC, coordenado pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, conserva atualmente 30 acessos de coqueiro, dos quais 23 são de coqueiro-gigante e sete de coqueiro-anão, num total de 2.323 plantas (Tabela 3). Dos acessos de coqueiro-gigante, 16 são provenientes de coleta no litoral nordestino e sete foram introduzidos do banco de germoplasma ICG-AIO, CNRA, Costa do Marfim. Os acessos estão localizados em dois campos experimentais pertencentes à Embrapa Tabuleiros Costeiros, um no município de Itaporanga D'Ajuda, e o segundo, no povoado do

Tabela 3. Acessos conservados no Banco Ativo de Germoplasma de Coco da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 2013.

Variedade	Designação do acesso	Local de conservação ⁽¹⁾	Origem	Procedência	Ano plantio	Número de plantas	Documentação ⁽²⁾	Caracterização e avaliação ⁽³⁾
<i>Nana</i>	Anão Amarelo da Malásia	CEI	Malásia	Costa do Marfim / Introdução	2003	71	MN e DG	MA
<i>Nana</i>	Anão Amarelo de Gramame	CEI	Paraíba	Coleta	2003	71	MN e DG	MA
<i>Nana</i>	Anão Verde de Jiqui	CEI	Rio Grande de Norte	Coleta	2003	110	MN e DG	MA
<i>Nana</i>	Anão Verde de Souza	CEI	Paraíba	Coleta	2005	116	MN e DG	MA
<i>Nana</i>	Anão Vermelho da Malásia	CEI	Malásia	Introdução	2003	48	MN e DG	MA
<i>Nana</i>	Anão Vermelho de Camarões	CEI	Camarões	Introdução	2003	78	MN e DG	MA
<i>Nana</i>	Anão Vermelho Gramame	CEI	Paraíba	Coleta	2003	80	MN e DG	MA
<i>Typica</i>	Gigante do Oeste Africano	CEB	Sudoeste Asiático	Introdução	1983	206	MN e DG	MA e ML
<i>Typica</i>	Gigante da Malásia	CEB	Malásia	Introdução	1983	35	MN e DG	MA e ML
<i>Typica</i>	Gigante da Polinésia	CEB	Taiti	Introdução	1983	193	MN e DG	MA e ML
<i>Typica</i>	Gigante de Nôvas Hébridias / Vanuatu	CEB	Vanuatu	Introdução	1983	34	MN e DG	MA e ML
<i>Typica</i>	Gigante de Rennell	CEB	Salomão	Introdução	1983	92	MN e DG	MA e ML
<i>Typica</i>	Gigante de Rotuma	CEB	Fiji	Introdução	1983	80	MN e DG	MA e ML
<i>Typica</i>	Gigante de Tonga	CEB	Tonga	Introdução	1983	90	MN e DG	MA e ML
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil Terra do Rei	CEI	Pernambuco	Coleta	2009	90	MN e DG	ML
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil Avenida	CEI	Pernambuco	Coleta	2009	90	MN e DG	NI
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil Baía Formosa	CEI	Rio Grande de Norte	Coleta	2004	9	MN	ML
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil Baía Formosa	CEB	Rio Grande de Norte	Coleta	1995	43	MN	ML

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Variedade	Designação do acesso	Local de conservação ⁽¹⁾	Origem	Procedência	Ano plantio	Número de plantas	Documentação ⁽²⁾	Caracterização e avaliação ⁽³⁾
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil de Barreirinhas	CEI	Maranhão	Coleta	2003	24	MN e DG	NI
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil de Merepe	CEB	Pernambuco	Coleta	1991	149	MN e DG	MA e ML
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil de Pacatuba	CEB	Sergipe	Coleta	1995	51	MN	ML
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil Luís Corrêa	CEI	Piauí	Coleta	2004	26	MN e DG	NI
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil Olho de Cravo	CEI	Sergipe	Coleta	2005	9	MN	ML
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil Praia do Forte	CEB	Bahia	Coleta	1982	110	MN e DG	MA e ML
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil Praia do Forte	CEI	Bahia	Coleta	2000	157	MN e DG	MA e ML
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil Santa Rita	CEI	Pernambuco	Coleta	2004	28	MN e DG	ML
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil Santa Rita	CEB	Pernambuco	Coleta	1995	57	MN	ML
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil São José de Mipibu	CEB	Rio Grande de Norte	Coleta	1991	149	MN e DG	NI
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil São José de Mipibu	CEI	Rio Grande de Norte	Coleta	2003	23	MN e DG	NI
<i>Typica</i>	Gigante do Brasil Senador Georgino Avelino	CEI	Rio Grande de Norte	Coleta	2003	4	MN	NI

⁽¹⁾ CEI = Campo Experimental de Itaporanga; CEB = Campo Experimental do Betume; ⁽²⁾ MN = Manual; DG = Digital (CGRD); NI = Não Informado; ⁽³⁾MA = Caracterização Morfológica e Agronômica; ML = Caracterização Molecular; NI = Não Informado

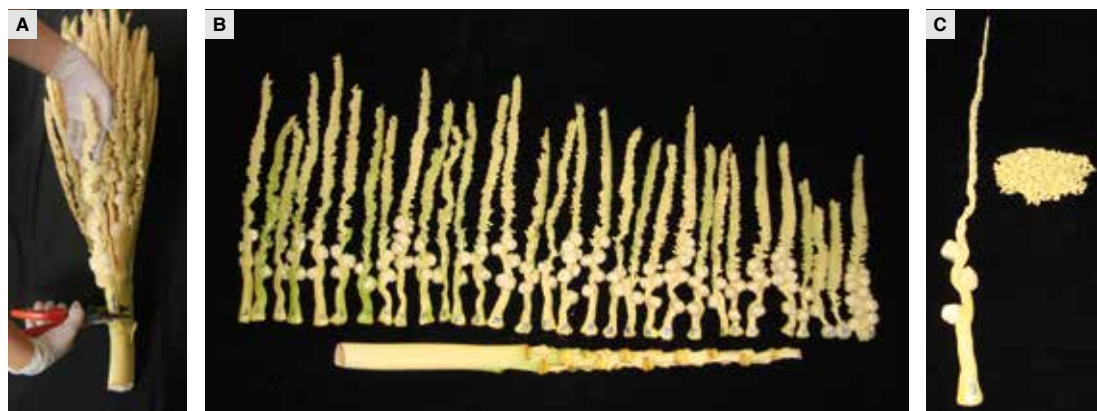
Betume, próximo ao município de Neópolis, no Estado de Sergipe.

Todos os acessos de coqueiro-gigante e coqueiro-anão foram, ao longo do tempo, caracterizados e avaliados por meio da utilização da lista descritiva publicada pelo International Plant Genetic Resources Institute (1995), atual Bioversity International. No total, são utilizados cerca de 100 descritores, relacionados a caracteres vegetativos, morfológicos, de florescimento e componentes do fruto (Aragão et al., 2001; Melo et al., 2006; Sobral et al., 2012). Os acessos também foram caracterizados por meio de técnicas moleculares, utilizando marcadores RAPD (Wadt, 1997; Daher et al., 2002) e ISSR (Moretzsohn et al., 2001; Loiola, 2014).

Porém, vale salientar que não é tarefa fácil caracterizar e avaliar os acessos de espécies perenes. De uma forma mais rigorosa, a lista de descritores tem sido aplicada aos acessos conservados no BAG, de junho de 2009 até o presente. Por exemplo, a caracterização morfológica, vegetativa e reprodutiva

dos acessos de coqueiro-anão foi realizada por meio dos descritores quantitativos comprimentos do pecíolo e da ráquis, número de folíolos, comprimento e largura do folíolo (Figura 2); período entre emergência e abertura da inflorescência, número de inflorescências, ramos florais, flores femininas e flores masculinas (Figura 3). Outros descritores relacionados à reprodução e aos componentes e produção de frutos, por exemplo, cor do epicarpo (Figura 4), peso, espessura, circunferência e diâmetro de fruto (Figura 5), produção de copra (albúmen sólido desidratado a 6%) e de água (albúmen líquido), entre outros, devem ser considerados na avaliação, e esse processo necessita ser repetido durante anos, envolvendo tempo, custo e mão de obra especializada. Os pré-requisitos e procedimentos que precisam ser seguidos podem ser consultados em Santos e Sangare (1992), Santos et al. (1993) e International Plant Genetic Resources Institute (1995).

Trabalhos de estimativa da divergência genética, tanto por marcadores agrônômicos



Fotos: Kamila M.B. Sobral

Figura 3. Caracterização reprodutiva por meio dos descritores quantitativos para números de ramos florais (A e B), flores femininas e flores masculinas (C).

Foto: Kamila M.B. Sobral



Figura 4. Detalhe para a cor do epicarpo do fruto que representa e diferencia as cultivares Anão Vermelho, Anão Amarelo e Anão Verde.

quanto por marcadores moleculares têm sido utilizados no banco de germoplasma de coqueiro da Embrapa nos últimos 10 anos (Moretzsohn et al., 2001; Sobral et al., 2012; Loiola, 2014).

De forma geral, os acessos do BAG-Coco têm sido anualmente caracterizados e avaliados morfoagronomicamente de acordo com recomendações dos descritores prescritos para a espécie, no intuito de valorar os acessos e disponibilizar a informação para o usuário.

Utilização

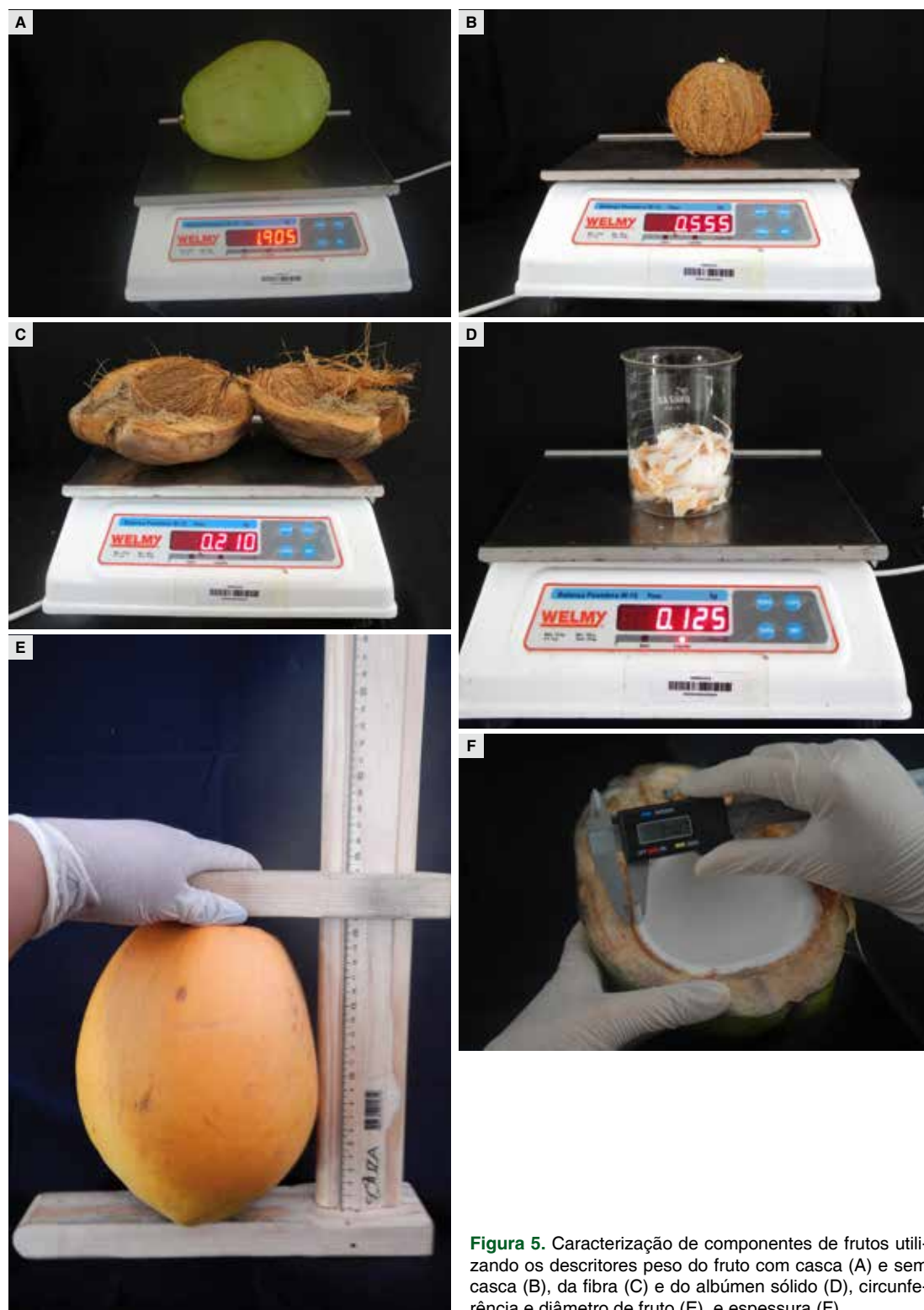
Os acessos conservados estão sendo utilizados à medida que as ações de manejo do banco de germoplasma estão sendo desenvolvidas e as necessidades dos usuários sendo atendidas. As características de interesse podem já ser identificadas durante a realização das atividades de coleta, multiplicação, caracterização e avaliação dos acessos e, nesse contexto, o pré-melhoramento pode ser considerado

uma extensão dessas atividades, intensificando os esforços de valoração e uso da variabilidade genética e facilitando o uso do germoplasma pelos usuários do banco.

Assim, o pré-melhoramento se constitui alternativa promissora para servir de ponte entre os recursos genéticos e os programas de melhoramento e essas informações estão descritas no Capítulos 2 e 3 da Parte 3.

Regeneração

O processo de regeneração em um banco de germoplasma tem a finalidade de rejuvenescimento da semente – no caso das sementes ortodoxas – e a multiplicação propriamente dita. Para esse segundo caso, a frequência de multiplicação dependerá da quantidade de sementes inicialmente disponíveis e da demanda previsível ou conhecida por parte dos usuários, seja para as atividades de caracterização e avaliação ou para uso pelos melhoristas.



Fotos: Kamila M.B. Sobral

Figura 5. Caracterização de componentes de frutos utilizando os descritores peso do fruto com casca (A) e sem casca (B), da fibra (C) e do alúmen sólido (D), circunferência e diâmetro de fruto (E), e espessura (F).

É fato que cada regeneração ocasiona uma alteração na estrutura genética da população (Breese, 1989). Assim, visando reduzir essas alterações, seja qual for o objetivo da multiplicação, a frequência dessa atividade deve ser reduzida. Ao mesmo tempo, conhecimentos relacionados à biologia reprodutiva e aos princípios de genética de populações da espécie a ser multiplicada devem ser efetivamente considerados na etapa de regeneração do germoplasma.

De forma geral, para plantas alógamas, Breese (1989) fez as seguintes recomendações: a) assegurar o pareamento entre as plantas do mesmo acesso mediante adequadas técnicas de polinização; b) evitar a contaminação com pólen ou sementes estranhas mediante isolamento e manejo da semente; e, c) minimizar a deriva genética e a seleção natural, evitando o uso de populações pequenas e a influência da seleção natural, atentando para todos os aspectos relacionados à polinização e à necessidade de representatividade genética. O objetivo prático desses cuidados é assegurar, na medida do possível, um completo pareamento aleatório entre as plantas, em cada geração de multiplicação/regeneração.

Para o coqueiro, existem diretrizes que fundamentam a etapa de regeneração dos acessos (Konan et al., 2008). Em linhas gerais, há necessidade de se atentar para quando se deve regenerar os acessos, e esse período fica na dependência do número mínimo de plantas existentes no BAG-Coco que representam o acesso, assim como a idade das plantas. Com relação a esses dois pontos, é recomendável regenerar quando

o número de plantas for inferior a 75 para as variedades de polinização cruzada ou menos de 30 para as variedades de autofecundação e quando as plantas estiverem com 25 a 30 anos de idade, tanto para o coqueiro-anão quanto para o coqueiro-gigante. Atenção deve ser dada aos métodos de regeneração, a seleção dos progenitores masculinos e femininos e aos mecanismos e cuidados de polinização, plantio, colheita e composição do acesso regenerado.

Há recomendação atual do Cogent para que os esforços direcionados à regeneração de acessos de coqueiro sejam realizados nos 24 bancos que fazem parte da rede (Tabela 1), no sentido de evitar perda de germoplasma (International Coconut Genetic Resources Network, 2012). Para tanto, os bancos devem seguir o protocolo descrito no Manual Stantech (Santos et al., 1993), atentando para todos os aspectos relacionados ao controle da polinização, entre outros fatores já mencionados. Ao mesmo tempo, as técnicas de marcadores moleculares, a exemplo dos microssatélites, devem ser utilizadas e maximizadas no sentido de detectar duplicatas e desenvolver um método confiável para checar a legitimidade dos cruzamentos obtidos pelo controle de polinização.

Conservação ex situ in vivo

O principal objetivo de qualquer programa de conservação de recursos genéticos é manter o mais alto nível possível de variabilidade genética presente no conjunto gênico de uma dada espécie ou cultura, em

uma coleção de germoplasma. Nesse sentido, tanto a conservação *in situ* quanto a *ex situ* são importantes e devem ser usadas de forma complementares (Dulloo et al., 2005). A conservação *in situ* é definida como a manutenção contínua de uma população em seu habitat natural e a conservação *ex situ* refere-se à manutenção de espécies em habitats diferentes daqueles aos quais estão adaptadas (Hoyt, 1992).

O coqueiro é uma espécie que apresenta sementes grandes e com comportamento recalcitrante, cujo processo de conservação é dispendioso (King; Roberts, 1980). Os acessos podem tanto ser conservados *ex situ* – em bancos *in vivo*, *in vitro*, criopreservação ou em jardins botânicos – ou *in situ*, considerando a possibilidade de conservação *on farm*, assim como nas remotas ilhas e atóis (Dulloo et al., 2005). Há limitações e vantagens em todos os processos e mesmo o Cogent reconhecendo as limitações, custos e riscos da conservação dos acessos em campo (Dulloo et al., 2005), essa tem sido a forma preferida e mais utilizada para a conservação do germoplasma de coco nos bancos de germoplasma do mundo. Não obstante, deve-se atentar para a infraestrutura a ser disponibilizada para esse tipo de conservação, relacionada ao tamanho da área, manejo fitotécnico dos acessos, equipe de campo, treinada e em número suficiente, para a realização das atividades de manejo do germoplasma.

Ao mesmo tempo, é necessário viabilizar ações para complementar as estratégias de conservação. Isso quer dizer que, as formas atualmente disponíveis são ainda limitadas

e que, considerando a importância da cultura e da atividade, deve haver um esforço para o desenvolvimento e o equilíbrio entre as diferentes estratégias – *on farm*, *in vitro* e criopreservação – para conservação de germoplasma de coco. O balanço entre os diferentes métodos para conservação irá depender de muitos fatores que possam maximizar e manter a variabilidade genética. Além disso, poderão ser desenvolvidas mediante incentivos e esforços em diferentes níveis: nacional, regional ou internacional (Dulloo et al., 2005).

Nesse sentido, surge o conceito *Polymotu* (*poly*=muito; *motu*=ilha) de conservação de coco, idealizado por Bourdeix et al. (2012), que usa o isolamento geográfico e reprodutivo para reprodução individual de plantas. Esse conceito foi derivado de iniciativas previas para conservação de coco pelos antigos polinésios e modernos tailandeses. Um conceito bastante similar tem também sido usado pelos neozelandeses para a conservação de espécies ameaçadas de pássaros. Vale salientar que há diferença no sistema reprodutivo das variedades de coqueiro, sendo o coqueiro-gigante espécie alógama e o anão, autógama.

Quando um espaço isolado é plantado com apenas uma variedade de coco, a regeneração ocorre somente dentro dessa variedade e sementes certificadas são naturalmente produzidas. Diferentes locais, públicos ou privados, podem para isso ser utilizados como, por exemplo, pequenas ilhas, jardins públicos, campus de universidades, jardins de resorts ou centros de pesquisa. Há de se considerar, logicamente, a concordância

dos atores responsáveis pelo processo em cultivar apenas um conjunto bem definido de cultivares ou populações de coqueiro.

Usando esse conceito, não haveria necessidade de subir nas variedades de coco de porte alto para proteger inflorescência e a vida útil do acesso seria prolongada. Além disso, dependendo do local a ser utilizado, a responsabilidade para a conservação estaria compartilhada minimizando, inclusive, os custos e possibilitando a existência de coleção duplicata, como segurança para os acessos conservados. O local definido servirá para a conservação e a produção de sementes e esse tipo de gestão de manejo multifuncional da área permitirá, ainda, a integração das pessoas, a paisagem e a biodiversidade permitindo gerar renda e atividades conexas, tais como o ecoturismo (Bourdeix et al., 2012).

Em 2009, esse conceito foi incluído na estratégia de conservação global desenvolvida pelo Cogent e pelo Crop Trust, como ação a ser utilizada para inovar e fortalecer a conservação ex situ (Johnson; Bourdeix, 2014). Ações concretas para implantação já estão sendo inicialmente realizadas na África (*Polymotu "inland"*), Polinésia e Indonésia (*Polymotu "Ecotourism and islands"*) (Bourdeix et al., 2012). A adequação dessa estratégia à realidade nacional permitirá a efetiva e compartilhada conservação do germoplasma e a redução dos problemas atuais enfrentados pelo Brasil para a regeneração de acessos de coco e a possibilidade de atender, de forma efetiva, o compromisso do País com relação ao que foi assumido no Tratado Internacional sobre

Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e Agricultura (Tirfaa), principalmente, com relação ao intercâmbio de acessos.

Com relação à conservação in vitro e crio-preservação, ver fundamentação, progressos, vantagens e restrições do processo discutido no Capítulo 4 da Parte 3 desta obra.

Documentação

A fase de documentação de germoplasma refere-se ao armazenamento e recuperação de informações, o qual está diretamente relacionado ao processo de documentação dos dados relativos às amostras preservadas. Assim, é importante a existência de um sistema coordenado de informações sobre recursos genéticos que integrem os procedimentos para a obtenção, registro, processamento, armazenamento e recuperação correta dos dados (Giacometti, 1987). O acesso rápido às informações facilitará a utilização dos acessos preservados.

Uma das metas do programa da rede Cogent foi estabelecer e manter uma base de dados internacional, na qual pudessem ser cadastrados todos os acessos conservados nos bancos de germoplasma de coco do mundo (Batugal, 2006). A base de dados criada pelo Cogent, denominada Coconut Genetic Resources Database (CGRD), dispõe atualmente de 1.680 acessos cadastrados distribuídos em 24 bancos de germoplasma. Esse número é superior ao que foi registrado em 2005, correspondente a 1.416 acessos cadastrados na base. A região que apresenta maior número de acessos cadastrados é o Sudeste Asiático, sendo que

a Indonésia apresenta maior porcentagem de acessos cadastrados na base e mostrou um aumento significativo no número de acessos cadastrados em relação aos dados divulgados há 6 anos, correspondente a 41 acessos. A Indonésia é o terceiro país com maior quantidade de acessos cadastrados no CGRD, ficando atrás somente da Índia e das Filipinas.

Encontram-se cadastrados na base do CGRD 23 acessos conservados no ICG-LAC coordenado pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, porém seis acessos de coqueiro-anão foram cadastrados em duplicatas devido à sua antiga localização no Campo Experimental do

Betume e sua posterior transferência para o Campo Experimental de Itaporanga, onde estão conservados desde 2003, totalizando os 29 acessos cadastrados na base conforme indicado na Tabela 4.

Considerações finais

No atual sistema de conservação de coco global, apenas cinco bancos de germoplasma tem o status de internacional. O Brasil sedia o banco internacional de germoplasma para a América Latina e Caribe desde 2006. Essa é uma responsabilidade regional crucial, especialmente com relação ao controle das doenças, como o amarelecimento

Tabela 4. Situação dos bancos de germoplasma da América Latina e Caribe na base de dados Coconut Genetic Resources Database (CGRD), Aracaju, 2013.

Dados cadastrados no CGRD		Banco de germoplasma	
País	Brasil	México	Jamaica
Instituição	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)	Centro de Investigación Científica de Yucatán (Cicy)	Coconut Industry Board (CIB)
Número total de acessos	29	20	60
Dados de passaporte			
Dados do acesso	29	20	60
Dados da coleção	29	20	19
Caracterização e avaliação			
Conservação	29	20	60
Germinação	---	20	6
Estipe	---	20	6
Folha	---	20	6
Inflorescência	---	---	6
Floração	---	---	3
Fruto	5	---	2
Rendimento	8	---	1
Óleo	---	---	---

-letal (LYD), que dizima milhões de palmas e tem custado milhões de dólares para vários países e agricultores da América Central; apesar de essa doença ainda não existir no Brasil, não há, infelizmente, segurança de que não chegará ao País nas próximas décadas.

Embora o Brasil seja o líder da sub-rede e o quarto maior produtor mundial, a produção/exportação de coco na América Latina e Caribe é ainda incipiente. Aliada a isso, a base genética do material plantado na região, assim como conservado nos bancos de germoplasma, é bastante estreita. O Brasil continua a ser o menor dos cinco bancos internacionais, com apenas 29 acessos, quando comparados aos bancos internacionais, especificamente o da América Latina. A região ainda apresenta sérios problemas de pragas e doenças, a exemplo do amarecimento-letal (LYD), o qual já causou sérios prejuízos no México (Oropeza et al., 2005), Jamaica (Been; Myrie, 2005) e outras regiões do Caribe (Franqueville, 2005). Aliado a isso, o banco não tem, ainda, o tamanho necessário que caracteriza um banco internacional, sendo menor, por exemplo, do que os bancos do Sri Lanka, Tailândia, Malásia e México (International Coconut Genetic Resources Network, 2017), os quais não possuem a categoria internacional.

A maioria dos acessos conservados no banco tem seus dados documentados, mas consideram-se dois grandes desafios para o banco de germoplasma do Brasil: o enriquecimento e a conservação.

Nesse sentido, considerando que o Brasil destaca-se, em nível nacional e internacional, com o cultivo do coqueiro-anão, há necessidade de reforçar o banco com a entrada de novos acessos, dando prioridades a cultivares de coqueiro-anão. Nenhum outro banco de germoplasma do mundo teria essa especificidade, o que poderia se tornar muito vantajoso para o País. Essa opção envolveria não só a introdução de acessos de coqueiro-anão de outros bancos de germoplasma, mas também a organização de estratégias, em nível internacional, para coletar cultivares de coqueiro-anão que ainda não foram descritas e coletadas, tais como as cultivares de coqueiro-anão compactas da região do Pacífico. Ações nesse sentido foram planejadas e encontram-se atualmente em projetos conduzidos pela Embrapa e parceiros, caracterizados pelas intuições de pesquisa e empresas privadas do Brasil e de países da América Latina. Espera-se que, ao longo de 5 anos, novos acessos possam integrar o banco de germoplasma.

O segundo desafio seria a conservação do germoplasma no sentido de prover maior estrutura física, assim como incentivar novas estratégias de conservação in vivo como, por exemplo, a implantação do conceito *Polymotu* urbano.

Para os dois desafios, o enriquecimento e a conservação, projetos nacionais e internacionais terão de ser desenvolvidos a fim de alcançar esse objetivo. Há uma necessidade de aumentar o compromisso em nível local, nacional e internacional sobre a importância da conservação e uso dos recursos

genéticos de coco. Assim, as ações de comunicação com as partes interessadas e os tomadores de decisão é uma parte importante da estratégia para o desenvolvimento futuro do banco de germoplasma.

Referências

- ADDENDUM to the FAO/IBPGR technical guidelines for the safe movement of coconut germplasm. In: FRISON, E. A.; PUTTER, C. A. J.; DIEKMANN, M. (Ed.). **FAO/IBPGR technical guidelines for the safe movement of coconut germplasm**. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations: International Plant Genetic Resources Institute, 1993. 48 p.
- ALLARD, R. W. Population structure and sampling methods. In: FRANKEL, O. H.; BENNET, E. **Genetic resources in plants: their exploitation and conservation**. Oxford: Blackwell, 1970. p. 97-107. (IBP. Handbook, 11).
- ARAGÃO, W. M.; ARAGÃO, R. de B. R.; BOAVENTURA, R. F. **Intervalo de abertura de inflorescência em cultivares de coqueiro-anão**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 3 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 41).
- ARAGÃO, W. M.; COSTA, A. S. da; SANTOS, H. C. Á. C.; PEDROSO, G. T. Florescimento, produção e composição morfológica de frutos de cultivares de coqueiro. **Agrotropica**, v. 14, n. 3, p. 151-158, 2004.
- ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. A. SIQUEIRA, E. R. Variedades e híbridos do coqueiro. In: ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 76 p. (Frutas do Brasil, 29).
- ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. A.; SIQUEIRA, E. R. Variedades e híbridos. In: FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; FERNANDES, M. F. **Coco produção: aspectos técnicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 21-26. (Frutas do Brasil, 27).
- ASHBURNER, G. R.; ROHDE, W. Coconut germplasm characterization using DNA marker technology. In: FOALE, M. A.; LYNCH, P. W. (Ed.). **Coconut improvement in the South Pacific: proceedings of a workshop held in Taveuni, Fiji Islands, 10-12 november, 1993**. Canberra: ACIAR, 1994. p. 44-46.
- BATISTA, M. de F.; FONSECA, J. N. L.; TENENTE, R. C. V.; MENDES, M. A. S.; URBEN, A. F.; OLIVEIRA, M. R. V. de; FERREIRA, D. N. Intercâmbio e quarentena de germoplasma vegetal. **Biotechnology Ciência e Desenvolvimento**, v. 6, p. 32-39, 1988.
- BATUGAL, P. The International Coconut Genetic Resources Network (COGENT): its history, achievements and future plans. In: ADKINS, S. W.; FOALE, M.; SAMOSIR, Y. M. S. **Coconut revival: new possibilities for the "tree of life"**: proceedings of the International Coconut Forum held in Cairns, Australia, 22-24 November 2005. Canberra: Australian Centre for International Agriculture Research, 2006. p. 10-14.
- BATUGAL, P.; JAYASHREE, K. COGENT's multi-site international coconut genebank. In: BATUGAL, P.; RAMANATHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut genetic resources**. Selangor: International Plant Genetic Resources Institute, 2005. p. 106-114.
- BAUDOUIN, L.; GUNN, B. F.; OLSEN, K. M. The presence of coconut in southern Panama in pre-Columbian times: clearing up the confusion. **Annals of Botany**, v. 113, n. 1, p. 1-5, 2014.
- BAUDOUIN, L.; LEBRUN, P. Coconut (*Cocos nucifera* L.) DNA studies support the hypothesis of an ancient Austronesian migration from Southeast Asia to America. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 56, n. 2, p. 257-262, 2009.
- BECCARI, O. The origin and dispersal of *Cocos nucifera*. **Principes**, v. 7, p. 57-69, 1963.
- BEEN, B.; MYRIE, W. Status of coconut lethal yellowing in Jamaica. In: BATUGAL, P.; RAMANATHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut genetic resources**. Selangor: International Plant Genetic Resources Institute, 2005. p. 364-370.
- BOURDEIX, R. Etude du déterminisme génétique de la couleur du germe chez le cocotier nain. **Oléagineux**, v. 43, n. 10, p. 371-374, 1988.
- BOURDEIX, R. Selection and breeding. In: OHLER, J. G. (Ed.). **Modern coconut management: palm cultivation and products**. Rome: FAO, 1999. p. 117-196.
- BOURDEIX, R.; BAUDOUIN, L.; BAMBRIDGE, T.; JOLY, H. I.; PLANES, S.; GEORGE, M. L. Dynamics and conservation of the Coconut Palm *Cocos nucifera* L. in the Pacific region: towards a new conservation approach. In: PACIFIC SCIENCE INTER-CONGRESS, 11., 2009, Tahiti. **Pacific countries and their ocean: facing local and global changes: proceedings**. Tahiti: Pacific Science Association, 2009. Disponível em: <http://webistem.com/psi2009/output_directory/cd1/Data/articles/000203.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2013.
- BOURDEIX, R.; BAUDOUIN, L.; BILLOTE, N.; LABOUISSIE, J. P.; NOIRET, J. M. Le cocotier. In: CHARRIER, A.; JACQUOT, M.; HAMON, S.; NICOLAS,

D. (Ed.). **L'amélioration des plantes tropicales**. Montpellier: CIRAD-ORSTOM, 1997. p. 217-239.

BOURDEIX, R.; JOHNSON, V.; TUIA, V. S.; WEISE, S. **Three declinations of the Polymotu concept**: "Inland ex situ", "Ecotourism in islands", "Urban" and their possible applications in Brazil, Côte d'Ivoire, Indonesia, French Polynesia and Samoa. [Montpellier: International Coconut Genetic Resources Network], 2012. 15 p. Disponível em: <http://www.cogentnetwork.org/images/publications/Scientific/Three_declinations_Polymotu.pdf>. Acesso em: 21 set. 2016.

BOURDEIX, R.; KONAN, J. L.; N'CHO, Y. P. **Coconut**: a guide to traditional and improvement varieties. Montpellier: Editions Diversiflora, 2005. 104 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 1, de 15 de dezembro de 1998**. Aprova as normas para importação de material destinado a pesquisa científica, anexas. 1998. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1136368974>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho de Gestão do Patrimônio Genético**. 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/patrimonio-genetico/conselho-de-gestao-do-patrimonio-genetico>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

BREESE, E. L. **Regeneration and multiplication of germplasm resources in seed genebanks**: the scientific background. Rome: IBPGR, 1989. 69 p.

BROWN, A. H. D.; MARSHALL, D. R. A basic sampling strategy: theory and practice. In: GUARINO, L.; RAO, V. R.; REID, R. **Collecting plant genetic diversity**: technical guidelines. Wallingford: Cab International, 1995. p. 75-91.

BRUMAN, H. J. Some observations on the early history of the coconut in the New World. **Acta Americana**, v. 2, p. 220-243, 1944.

BURLE, A.; BROWNE, C. M. Cultura do coqueiro anão. **Boletim do Campo**, v. 10, n. 73, p. 7-10, 1954.

CHILD, R. **Coconuts**. 2nd ed. London: Longman, 1974. 335 p.

CLEMENT, C. R.; ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; BROWN, C. H.; WARD, R. G.; ALVES-PEREIRA, A. A.; HARRIES, H. Coconut in the Americas. **The Botanical Review**, v. 79, n. 3, p. 342-370, 2013.

DAHER, R. F.; PEREIRA, M. G.; TUPINAMBÁ, E. A.; AMARAL JUNIOR, A. T. do; ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; OLIVEIRA, L. O.; SAKIYAMA, N. S. Assessment of coconut tree genetic divergence by compound sample RAPD marker analysis. **Crop**

Breeding and Applied Biotechnology, v. 2, n. 3, p. 43-438, 2002.

DE CANDOLLE, A. **Origin of cultivated plants**. New York: Hafner, 1959. 48 p.

DULLOO, M. E.; RAMANATHA RAO, V.; ENGELMANN, F.; ENGELS, J. M. M. Complementary conservation of coconuts. In: BATUGAL, P.; RAMANANTHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut genetic resources**. Selangor: International Plant Genetic Resources Institute, 2005. p. 75-90.

DURAN, Y.; ROHDE, W.; KULLAYA, A.; GOIKOETXEA, P.; RITTER, E. Molecular analysis of East African tall coconut genotypes by DNA marker technology. **Journal Genetics and Breeding**, v. 51, p. 279-288, 1997.

EKANAYAKE, G. K.; PERERA, S. A. N.; DASSANAYAKE, P. N.; EVERARD, J. M. D. T. Varietal classification of new coconut (*Cocos nucifera* L.) forms identified from Southern Sri Lanka. **Cocos**, v. 19, p. 41-50, 2010.

FOALE, M. An introduction to coconut palm. In: BATUGAL, P.; RAMANANTHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut genetic resources**. Selangor: International Plant Genetic Resources Institute, 2005. p. 1-10.

FRANQUEVILLE, H. Pest risk assessment of the international Coconut Genebank for Africa and Indian Ocean, and Latin American and Caribbean. In: BATUGAL, P.; RAMANANTHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut genetic resources**. Selangor: International Plant Genetic Resources Institute, 2005. p. 395-410.

GIACOMETTI, D. C. Conservación de recursos fitogenéticos. In: SIMPÓSIO RECURSOS FITOGENÉTICOS, 1984, Valdivia. **Anais...** Valdivia: UACH-IBPGR, 1987. p. 167-173.

GIACOMETTI, D. C. Introdução e intercâmbio de germoplasma. In: ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 1988. p. 43-55.

GUNN, B. F.; BAUDOUIN, L.; OLSEN, K. M. Independent origins of cultivated coconut (*Cocos nucifera* L.) in the old world tropics. **Plos One**, v. 6, n. 6, 2011. DOI: 10.1371/journal.pone.0021143.

HARRIES, H. C. Coconut *Cocos nucifera* L. (Palmae). In: SMARTT, J.; SIMMONDS, N. W. (Ed.). **Evolution of crop plants**. New York: Longman Scientific & Technical, 1995. p. 389-395.

HARRIES, H. C. Malesian origin for a domestic *Cocos nucifera*. In: PAAS, P. (Ed.). **The plant diversity of Malesia**. Dordrech: Kluwer, 1990. p. 351-357.

HARRIES, H. C. Practical identification of coconut varieties. **Oleagineux**, v. 36, p. 63-72, 1981.

HARRIES, H. C. The Cape Verde Region: (1499-1549): the key to coconut in the western hemisphere? **Turrialba**, v. 27, n. 3, p. 227-231, 1977.

HARRIES, H. C. The evolution, dissemination and classification of *Cocos nucifera* L. **The Botanical Review**, v. 44, n. 3, p. 265-320, 1978.

HARRIES, H. C.; BAUDOUIN, L.; CARDEÑA, R. Floating, boating and introgression: molecular techniques and ancestry of the coconut palm populations on Pacific Island. **Ethonobotany Research and Applications**, v. 2, p. 37-53, 2004.

HAWKES, J. G. Germplasm collection, preservation, and use. In: FREY, K. J. (Ed.). **Plant breeding II**. Ludhiana: Kalyani Publishers, 1982. p. 57-83.

HOYT, E. **Conservação dos parentes silvestres das plantas cultivadas**. Wilmington: Addison-Wesley, 1992. 52 p.

INTERNATIONAL COCONUT GENETIC RESOURCES NETWORK. **CGRD version 6.1**. Disponível em: <<http://www.cogentnetwork.org/cgrd-version-6-0-test-version>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

INTERNATIONAL COCONUT GENETIC RESOURCES NETWORK. Improvement and standardization of the controlled pollination technique of rejuvenation of coconut genebanks and urgent duplication of ageing coconut accessions. In: STEERING COMMITTEE MEETING OF THE INTERNATIONAL COCONUT GENETIC RESOURCES NETWORK, 10., 2012, Kochi. **International recommendations...** Kochi: COGENT, 2012. (Official Recommendation Letter, nº 2012-2). Disponível em: <http://www.cogentnetwork.org/images/2012_sc_meeting/cogent_recommendation_2.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2017.

INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE. **Descriptors for coconut (*Cocos nucifera* L.)**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1995. 61 p.

JOHNSON, V.; BOURDEIX, R. (Comp.). **Global strategy for the conservation and use of coconut genetic resources 2014-2023: A draft summary**. [S.l.]: Bioversity International: COGENT: CGIAR, 2014. 28 p.

KING, M. W.; ROBERTS, E. H. Maintenance of recalcitrant seeds in storage. In: CHIN, H. F.; ROBERTS, E. H. (Ed.). **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press SDN, 1980. p. 53-89.

KONAN, J. L.; BOURDEIX, R.; GEORGE, M. L. Regeneration guidelines: Coconut. In: DULLOO, M. E.; THORMANN, I.; JORGE, M. A.; HANSON, J. (Ed.). **Crop specific regeneration guidelines**. Rome:

CGIAR System-wide Genetic Resource Programme, 2008. 1 CD-ROM.

LEBRUN, O.; GRIVET, L.; BAUDOUIN, L. Dissémination et domestication du cocotier à la lumière des marqueurs RFLP. **Plantations, Recherche, Développement**, v. 5, n. 4, p. 233-245, 1998.

LEBRUN, P.; BERGER, S. A.; HODGKIN, T.; BAUDOUIN, L. Biochemical and molecular methods for characterizing coconut diversity. In: BATUGAL, P. A.; RAMANATHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut genetic resources**. Selangor: International Plant Genetic Resources Institute, 2005. p. 225-251.

LIYANAGE, D. V. Varieties and forms of the coconut palm grown in Ceylon. **Ceylon Coconut Quarterly**, v. 9, p. 1-10, 1958.

LOIOLA, C. M. **Diversidade genética em coqueiro gigante (*Cocos nucifera* L.) por meio de marcadores microsatélites e características morfoagronômicas**. 2014. 101 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

LOY, T. H.; SPRIGGS, M.; WICKLER, S. Direct evidence for human use of plants in coconut palm (*Cocos nucifera* L.) 28,000 years ago: starch residues on stone artefacts from the northern Solomon Islands. **Antiquity**, v. 66, p. 898-912, 1992.

MANIMEKALAI, R.; NAGARAJAN, P. Interrelationships among coconut (*Cocos nucifera* L.) accessions using RAPD technique. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, p. 1137-1144, 2006.

MARSHALL, D. R.; BROWN, A. H. D. Optimum sampling strategies in genetic conservation. In: FRANKEL, O. H.; HAWKES, J. G. **Crop genetic resources for today and tomorrow**. Cambridge: Cambridge University Press, 1975. p. 53-80.

MARTINEZ, R. T.; BAUDOUIN, L.; BERGER, A.; DOLLET, M. Characterization of the genetic diversity of the Tall coconut (*Cocos nucifera* L.) in the Dominican Republic using microsatellite (SSR) markers. **Tree Genetics & Genomes**, v. 6, n. 1, p. 73-81, 2009.

MELO, M. F. V.; LOIOLA, C. M.; CAMBUÍ, E. V. F. Germinação de cultivares de coqueiro. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 17., 2006, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Genética, 2006. 1 CD-ROM.

MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. **The coconut palm: a monograph**. Madras: Indian Central Committee, Government Press, 1958. 384 p.

MOORE JUNIOR, H. E. Palms in the tropical ecosystems of Africa and South America. In: MEGGERS, B. J.; AYENSU, E. S.; DUCKWORTH, W. D. **Tropical forest ecosystems in Africa in South**

America: a comparative review. Washington, DC: Smithsonian Institution, 1973. p. 63-88.

MORETZSOHN, M. C.; COELHO, P. J. A.; AMARAL, Z. P. de S.; HERCOS, A. P.; TUPINAMBÁ, E. A. **Desenvolvimento e uso de marcadores microssatélites na análise da variabilidade genética de ecótipos de coqueiro (*Cocos nucifera*, L.)**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 25 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 16).

NAMBIAR, M. C.; SWAMINATHAN, M. S. Chromosome morphology, microsporogenesis and pollen fertility in some varieties of coconut. **Indian Journal Genetic Plant Breed**, v. 20, p. 200-211, 1960.

NUCE DE LAMOTHE, M. de N. de. **Melhoramento do coqueiro**. Montpellier: IRHO, 1983. Relatório da missão realizada nas plantações de Embrapa.

NUCE DE LAMOTHE, M. de N. de; ROGNON, F. Lés cocotiers nés à Port-Bouët: Nain Jaune Ghana, Nain Rouge Malais, Nain vert Guiné Equatoriale, Nain Rouge Cameroun. **Oleagineux**, v. 32, n. 8/9, p. 367-373, 1977.

OLIVEIRA, M. R. V.; MARTINS, O. M.; MARINHO, V. L. de A.; MENDES, M. A. S.; TENENTE, R. C. V.; FONSECA, J. N. L.; BATISTA, M. de F. **O mandato da quarentena vegetal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 61 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 110).

OROPEZA, C.; ESCAMILLA, J. A.; MORA, G.; ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; HARRISON, N. A. Coconut lethal yellowing. In: BATUGAL, P.; RAMANATHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut genetic resources**. Selangor: International Plant Genetic Resources Institute, 2005. p. 349-363.

PERERA, L.; RUSSELL, J. R.; PROVAN, J.; POWELL, W. Identification and characterization of microsatellite loci in coconut (*Cocos nucifera* L.) and the analysis of coconut populations in Sri Lanka. **Molecular Ecology Notes**, v. 8, n. 2, p. 344-346, 1999.

PERERA, L.; RUSSELL, J. R.; PROVAN, J.; POWELL, W. Use of microsatellite DNA markers to investigate the level of genetic diversity and population genetic structure of coconut (*Cocos nucifera* L.). **Genome**, v. 43, n. 1, p. 15-21, 2000.

PERSLEY, G. J. Origin and importance of the coconut palm. In: PERSLEY, G. J. **Replanting the tree of life: towards an international agenda for coconut palm research**. Canberra: CAB/ACIAR, 1992. 156 p.

PURSEGLOVE, J. W. **Tropical crops: monocotyledons**. London: Longman, 1972.

RAMANATHA RAO, V.; HODGKIN, T.; BOURDEIX, R. Location coconut genetic diversity. In: BATUGAL, P.; RAMANATHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut genetic resources**. Selangor: International Plant Genetic Resources Institute, 2005. p. 13-31.

RAMOS, S. R. R.; QUEIROZ, M. A. de; PEREIRA, T. N. S. Recursos genéticos vegetais: manejo e uso. **Magistra**, v. 19, n. 4, p. 265-273, 2007.

RIBEIRO, F. E.; BAUDOUIN, L.; LEBRUN, P.; CHAVES, L. J.; BRONDANI, C.; ZUCHI, M. I.; VENCOSKY, R. Population structures of Brazilian tal coconut (*Cocos nucifera* L.) by microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 33, n. 4, p. 696-702, 2010.

ROMNEY, D. H.; DIAS, B. C. Coconut varieties in Bahia state. In: SESSION OF THE FAO TECHNICAL WORKING PARTY ON COCONUT PRODUCTION, PROTECTION AND PROCESSING, 5., 1979, Manila. [Paper]... Manila: FAO, 1979. p. 1-4.

SANTOS, G. A.; BATUGAL, P. A.; OTHMAN, A.; BAUDOUIN, L.; LABOUISSIE, J. P. (Ed.). **Manual on standardized research techniques in coconut breeding**. Roma: IPGRI, [1993].

SANTOS, G. A.; SANGARE, A. Evaluation and utilization of coconut genetic resources. In: INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. **Coconut genetic resources**. Rome: IBPGR, 1992. p. 70-77. (International crop network series, 8).

SAUER, J. D. A re-evaluation of the coconut as an indicator of human dispersal. In: RILEY, C. (Ed.). **Man across the sea**. Austin: University of Texas Press, 1971. p. 309-319.

SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. **A introdução do coqueiro no Brasil: importância histórica e agrônoma**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 24 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 47). Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br/download/Documentos47.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

SIQUEIRA, L. A.; RIBEIRO, F. E.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. Melhoramento genético do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1998. p. 73-98.

SOBRAL, K. M. B.; RAMOS, S. R. R.; AZEREDO, L. S.; AMARAL JUNIOR, A. T. do; ARAGÃO, W. M. Variabilidade genética entre acessos de coqueiro-anão

utilizando técnicas de análise multivariada. **Magistra**, v. 24, n. 4, p. 348-359, 2012.

SWAMINATHAN, M. S.; NAMBIAR, M. C. Cytology and origin of the dwarf coconut palm. **Nature**, v. 192, p. 85-86, 1961.

TEULAT, B. C.; ALDAM, C.; TREHIN, R.; LEBRUN, P.; BARKER, J. H. A.; ARNOLD, G. M.; KARP, A.; BAUDOUIN, L.; ROGNON, F. Analysis of genetic diversity in coconut (*Cocos nucifera* L.) populations from across the geographic range using sequence-tagged microsatellites (SSTs) and RFLPs. **Theoretical Applied Genetics**, v. 100, n. 5, p. 764-771, 2000.

TOLEDO, A. P. O coqueiro anão. **Lavoura e Criação**, v. 147, p. 33-37, 1962.

TUPINAMBÁ, E. A. Proposal for the establishment of the International Coconut Genebank for Latin America and the Caribbean (Brazil). In: BATUGAL, P.; RAMANATHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut genetic resources**. Selangor: International Plant Genetic Resources Institute, 2005. p. 123-141.

UHL, N. W.; DRANSFIELD, J. **Genera Palmarum**: a classification of palms based on the work of H.E. Moore, Jr. Lawrence, KS: International Palm Society: L.H. Bailey Hortorium, 1987. 610 p.

VASCONCELOS, R. M. de. **Marco regulatório sobre acesso à amostra de patrimônio genético nativo e acesso ao conhecimento tradicional associado**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2012a. 58 p.

VASCONCELOS, R. M. de. **Marco regulatório sobre transporte e remessa de patrimônio genético**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2012b. 45 p.

VASCONCELOS, R. M. de; MACEDO, F. S.; DIAS, A. T. G. M.; FREIRE, A. R. M.; MOREIRA, C. T. Conhecendo a Lei nº 13.123, de 2015, e o Decreto nº 8.772, de 2016, que regulam o acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado e a exploração econômica de produto ou material reprodutivo desenvolvido a partir do acesso. In: VASCONCELOS, R. M. de (Ed.). **Marcos regulatórios aplicáveis às atividades de pesquisa**

e desenvolvimento. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 12-76.

VENCOVSKY, R. **Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasma de espécies alógamas**. Brasília, DF: Embrapa-Cenargen, 1986. 15 p. (Embrapa-Cenargen. Boletim de pesquisa, 1).

WADT, L. H. de O. **Avaliação de divergência genética em coqueiro (*Cocos nucifera* L.) usando marcadores RAPD em amostras de plantas individuais ou compostas**. 1997. 92 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. Aspectos técnicos sobre coleta de germoplasma. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 1997, Campinas. **Programa e resumos...** Campinas: IAC; Brasília, DF: Embrapa-Cenargen, 1997. p. 28-29.

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B.; BIANCHETTI, L. de B.; VALLS, J. F. M. Coleta de germoplasma vegetal: relevância e conceitos básicos. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos genéticos e Biotecnologia, 2005. p. 27-55.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D. History of coconut (*Cocos nucifera* L.) in Mexico: 1539-1810. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 43, n. 6, p. 505-515, 1996.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; HARRIES, H. C. Variedades y disponibilidad de germoplasma en Mexico. In: ROBERT, M.; ZIZUMBO-VILLARREAL, D. **La problemática del Amarillamiento Letal em Mexico**. Mérida: CICY, 1990. p. 103-122.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; HERNÁNDEZ ROQUE, F.; HARRIES, H. C. Coconut varieties in Mexico. **Economic Botany**, v. 47, n. 1, p. 65-78, 1993.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; RUIZ-RODRIGUEZ, M.; HARRIES, H.; COLUNGA-GARCÍA MARÍN, P. Population genetics, lethal yellowing disease, and relationships among Mexican and imported coconut ecotypes. **Crop Science**, v. 46, p. 2509-2516, 2006.

Capítulo 2

Melhoramento genético

Francisco Elias Ribeiro
Emiliano Fernandes Nassau Costa
Edmar Ramos de Siqueira
Evandro Almeida Tupinambá
Wilson Menezes Aragão

Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma das mais importantes espécies tropicais utilizadas pelo homem, pois dele podem-se obter mais de 100 produtos. No entanto, os seus principais produtos e coprodutos são derivados dos frutos, tais como: copra, óleo, leite de coco, coco-ralado, água de coco, fibra e ração animal. Ele está entre as espécies tropicais mais extensivamente cultivadas do mundo, sendo encontrado em todas as regiões tropicais do globo e cultivado em mais de 86 países, ocupando uma área aproximada de 12,1 milhões de hectares, com uma produção de cerca de 62 milhões de toneladas de frutos por ano (FAO, 2016).

No Brasil, o coqueiro é considerado uma frutífera e pode ser utilizado tanto in natura – na culinária (coco-seco) e para água de coco (coco-verde) – quanto industrializado – leite de coco, coco-ralado e na água de coco envasada. No País, normalmente não se explora essa cultura para produção de óleo, embora tenha bom potencial para produzi-lo com boa qualidade, com produ-

tividade superior a outras culturas, como a mamona (Aragão et al., 2009).

O Brasil ocupa o quarto lugar na produção mundial de coco, participando com cerca de 4,5% da produção total, embora represente apenas cerca de 23% do terceiro colocado e estima-se a existência de uma área plantada de aproximadamente 260 mil hectares, com produção em torno de 2,9 milhões de toneladas de frutos por ano (FAO, 2016). Para garantir a expansão da cultura, de forma estável e competitiva, é imprescindível disponibilizar cultivares com características adequadas para atender aos diversos sistemas de produção. Essa expansão está diretamente ligada ao melhoramento genético, uma vez que o Brasil apresenta diferentes condições edafoclimáticas e, por consequência, as cultivares precisam ter boa adaptabilidade e estabilidade de produção. Determinadas as áreas de condições edafoclimáticas mais favoráveis ao coqueiro, cabe ao melhoramento genético encontrar os genótipos que proporcionem os efeitos mais benéficos, em termos de rendimento e sustentabilidade.

Em geral, no Nordeste do Brasil, as condições edafoclimáticas estão em níveis relativamente adequados, com exceção da precipitação pluviométrica, que é insuficiente. Os déficits hídricos são elevados; nessas condições, é muito difícil encontrar cultivares de coqueiro que apresentem resistência à seca e tenham rendimentos razoáveis sem o aporte adicional de água via irrigação. No sul da Bahia, não existe déficit hídrico, mas devido ao clima quente e úmido, ocorrem problemas graves de pragas. Nessa circunstância, o melhoramento

genético pode ser mais efetivo na busca de plantas resistentes ou tolerantes a essas pragas. A região semiárida, se corrigidas as condições de déficit hídrico, apresenta-se com alto potencial, considerando a baixa ocorrência de pragas em consequência da umidade relativa muito reduzida. No Norte do País, as condições são, de modo geral, semelhantes às do sul da Bahia. Nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, os obstáculos maiores são as temperaturas baixas, as quais também têm grandes chances de ser contornadas pela obtenção de variedades resistentes ou tolerantes ao frio.

Desde o início da década de 1980, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) tem se dedicado à pesquisa com a cultura do coqueiro. Inicialmente, em 1983, foi realizada a introdução de populações de coqueiro-gigante provenientes da Costa do Marfim, com a caracterização dessas populações. Os trabalhos tiveram sequência com a prospecção e coleta de populações de coqueiro-gigante na costa brasileira. Além das ações de caracterização fenotípica por meio de descritores morfológicos, também foram realizados trabalhos com marcadores moleculares, visando avaliar a variabilidade genética destas populações. O programa de melhoramento genético do coqueiro só iniciou-se efetivamente em 1990, em uma parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Emparn), onde foi desenvolvido o primeiro híbrido. Em 1995, a Embrapa iniciou o desenvolvimento dos seus primeiros híbridos experimentais, e, em 1997, estabeleceu-se a primeira rede de

avaliação de cultivares de coqueiro. Deste trabalho, resultou o desenvolvimento e registro junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) de um híbrido em 2006 (BRS 001) e de dois híbridos em 2007 (BRS 002 e BRS 003).

Organização evolutiva

O coqueiro é uma árvore com organização típica das monocotiledôneas, é diploide, possui um conjunto básico de cromossomos $2n = 2x = 32$ e pertence à família das arecáceas. É uma palmeira com estipe não ramificado e resistente. Forma no seu ápice uma coroa de folhas, que são emitidas, em média, uma vez a cada mês. Cada folha corresponderá a uma inflorescência que é composta por várias espiguetas, contendo flores femininas na parte inferior e numerosas flores masculinas nos dois terços superiores.

A floração do coqueiro é protândrica, ou seja, a fase masculina se inicia antes da fase feminina, e a dinâmica dos seus ciclos explica o comportamento reprodutivo das duas variedades principais, as quais variam nas diferentes cultivares. A fase masculina começa com a abertura da inflorescência e termina com a queda da última flor masculina; a fase feminina dura da entrada em receptividade da primeira flor até a necrose dos últimos estigmas. A variedade gigante se reproduz predominantemente por fecundação cruzada, pois a fase feminina começa após o final da fase masculina, embora em alguns casos possa ocorrer uma pequena taxa de autogamia, devido a uma sobreposição da

fase masculina de uma inflorescência com a inflorescência seguinte. A variedade anã é autógama, pois, no caso do coqueiro-anão, há sobreposição parcial das fases masculinas e femininas da mesma inflorescência.

As populações de coqueiro brasileiras, apesar de terem uma história evolutiva comum e recente, apresentam grande divergência genética, provavelmente em razão do seu modo de dispersão associado ao homem, que muitas vezes pratica seleção de poucos indivíduos para o estabelecimento de novas populações, o que pode ter levado a um alto grau de diferenciação entre elas (Ribeiro et al., 2010).

Observa-se, nessa palmácea, uma diversidade morfológica muito grande, que se manifesta de diversas formas, tais como: na cor, no tamanho e formato dos frutos, na arquitetura das plantas, no estipe e no tamanho das folhas e dos folíolos. Embora o conhecimento sobre a sua estrutura genética e a organização evolutiva ainda seja bastante fragmentado (Bourdeix et al., 1997).

O estudo evolutivo é caracterizado pela extensão e causas da variação genética. Uma medida simples de variação genética numa população é a soma da heterozigosidade observada e esta é frequentemente relatada para um loco simples ou como a soma global de todos os locos. A frequência dos heterozigotos é importante, uma vez que cada heterozigoto carrega diferentes alelos e representa a existência de variação genética nas populações (Weir, 1996).

A estrutura genética das populações de coqueiros do Brasil, avaliada por meio de marcadores microssatélites, juntamente com os registros históricos de introdução, sugerem que as populações estão passando por um processo recente de diferenciação, o que significa que poucas gerações se passaram nesse processo de evolução das populações. O primeiro registro da introdução do coqueiro-gigante no Brasil remonta a 1553, contudo, ocorreram relativamente poucas gerações no Brasil dessas plantas após a primeira introdução, por terem um período de vida entre 80 a 100 anos. Esse aspecto pode implicar que a estruturação genética das populações atuais foi provavelmente devido à deriva genética, fortemente influenciada por efeito fundador – quando uma nova população é fundada a partir de poucos indivíduos da população original – e, possivelmente também, devido ao efeito indireto da seleção artificial praticada pelo homem (Ribeiro et al., 2010).

Origem, evolução e disseminação

Apesar das controvérsias, o Sudeste Asiático é tido como a região mais provável de origem do coqueiro, principalmente as ilhas entre os oceanos Índico e Pacífico. Dessa região, o coqueiro foi levado para a Índia e daí para o Leste Africano. Depois do descobrimento do Cabo da Boa Esperança, foi levado para o Oeste Africano e em seguida para as Américas e para toda a região tropical do globo (Purseglove, 1972).

A evolução, disseminação e classificação do coqueiro são assim consideradas: primeiro veio a evolução natural e a disseminação por flutuação da variedade com fruto grande, longo, angular, com mesocarpo grosso e germinação lenta (tipo *Niu Kafa*). A seleção natural dessa variedade produziu outra com fruto redondo, endosperma aumentado, mesocarpo diminuído, germinação precoce e com resistência a certas doenças (tipo *Niu Vai*). Não adequado para disseminação por flutuação, essa variedade foi transportada em barcos por longas distâncias, inicialmente para as costas Sul da Índia e Oeste do Sri Lanka, até as Ilhas Samoa a leste. Mais tarde, por hibridação e introgressão de formas contrastantes, com seleção e disseminação pelo homem, surgiu grande número de ecótipos e distribuição pan-tropical (Harries, 1978). Desde muito tempo, o homem se tornou o seu principal agente de disseminação e, embora haja populações espontâneas, a imensa maioria dos coqueirais foi plantada pelo homem (Lebrun et al., 1999).

A disseminação, a partir do centro de origem, pelas correntes marítimas e posteriormente pelo homem (Harries, 1978; Ohler, 1984), resultou na estrutura genética das populações de coqueiro, provavelmente influenciada pela deriva genética e pelo efeito fundador (N'Cho et al., 1993).

No coqueiro, o modo de disseminação modelou a estrutura genética da espécie: um pequeno número de indivíduos originando as populações insulares favoreceu a emergência de múltiplas origens compostas de indivíduos aparentados, seguido por efeitos

fundadores sucessivos. A autogamia parcial contribuiu para aumentar sua endogamia e a seleção humana ainda reduziu sua variabilidade. Essa dinâmica levou a um mosaico de ecótipos morfológicamente bem diferenciados, que apresentam grau variável de endogamia. As sucessivas colonizações com materiais de origens genéticas diferentes tem, entretanto, restaurado uma certa heterozigosidade (Bourdeix et al., 1997).

A distribuição geográfica do coqueiro compreende as regiões entre as latitudes 20° N e 20° S (Frémond et al., 1966). Estima-se uma área plantada de 11.400.000 ha, distribuída por mais de 86 países (FAO, 2016).

Biologia e modo de reprodução

O coqueiro é uma planta monóica, isto é, com órgãos sexuais em flores distintas; porém, sobre o mesmo indivíduo e na mesma inflorescência. Cada folha tem, em sua axila, um esboço floral que pode se converter em inflorescência frutífera, segundo as condições de nutrição e clima. Em condições normais, cada folha produzirá uma inflorescência. Em média, um coqueiro produz 12 folhas por ano; no entanto, o ritmo de emissão pode variar de 11 a 15 folhas (Ribeiro, 2005). A variedade gigante é alógama e sua fase reprodutiva se inicia entre 5 e 7 anos, já a variedade anã é autógama e mais precoce, iniciando a frutificação a partir do segundo ano após o plantio (Ribeiro, 2005).

A Tabela 1 apresenta um esquema cronológico que mostra o desenvolvimento de

uma folha e sua respectiva inflorescência. Observa-se que o primórdio floral se forma pouco tempo depois da fase de alongamento rápido da folha, que ocorre entre o 26º e o 28º mês. Uma vez terminada a fase de alongamento rápido da folha, a inflorescência começa a crescer, porém de uma maneira menos acelerada do que o desenvolvimento da folha. As flores masculinas

(Figura 1A) têm uma vida mais curta que as flores femininas (Figura 1B), posto que se diferenciam 1 mês depois e se abrem 1 mês antes delas. Transcorre ao redor de 1 ano entre a diferenciação das flores femininas e a fase da abertura da espata, e 1 ano também entre essa fase e a maturação dos frutos (Frémond et al., 1966).

Tabela 1. Esquema cronológico do desenvolvimento de uma folha de coqueiro e sua respectiva inflorescência.

Tempo decorrido (mês)	Desenvolvimento da inflorescência	Desenvolvimento da folha
1º		Reconhecida primeiro como uma estrutura distinta (folha jovem nº 1)
4º	Reconhecida primeiro como uma estrutura distinta	
14º	Diferenciação da espata externa	
20º	Diferenciação da espata interna	
24º		24ª folha nova
26º	Formação do primórdio floral ♀	
27º	Formação do primórdio floral ♂	
28º		
		1ª folha aberta
31º	Fase de Alongamento	
37º	Abertura da inflorescência	8ª folha aberta
		
42º		
49º		
Do 52º ao 58º		A folha está agora entre as folhas mais velhas existentes e torna-se, sucessivamente, a 22ª e a 30ª folha aberta

Fotos: Francisco Elias Ribeiro

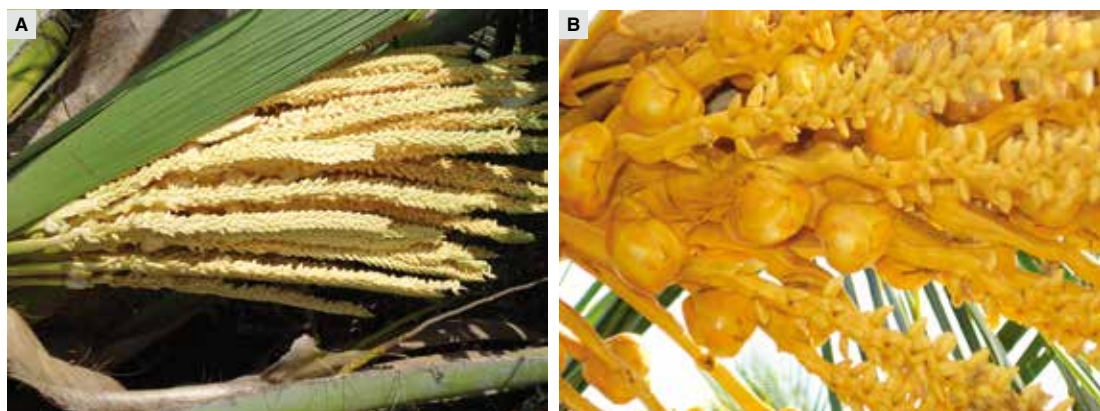


Figura 1. Inflorescência do coqueiro: flores masculinas (A) e flores femininas (B).

Entre os fatores da produção, o número de flores femininas por inflorescência é, em princípio, um dos mais importantes. Dentro de uma variedade, existem diferenças importantes: os coqueiros-gigantes do Ceilão produzem menos flores que os coqueiros da Costa Ocidental da África, por exemplo. Enfim, mantendo sempre o controle genético, uma mesma variedade cobre uma grande gama de variações. As plantas mais produtivas de uma população correspondem não somente às plantas com maior número de inflorescências por ano, como também àquelas com o maior número de flores femininas por inflorescência (Frémond et al., 1966).

As boas condições nutricionais podem aumentar o número de flores femininas por inflorescência. A influência das condições climáticas pode propiciar, para as mesmas plantas, médias mensais de 16,5 a 32,2 flores femininas por espádice. A diferenciação das flores femininas ocorre de 11 a 12 meses antes da abertura da espata e o pequeno número de flores pode ser

relacionado às condições desfavoráveis de umidade, durante os meses em que ocorre a diferenciação (Frémond et al., 1966).

Fecundação

Detalhes da floração e frutificação do coqueiro-gigante foram estudados em Sergipe já no final da década de 1940 (Miranda Júnior, 1955). Esses aspectos da biologia floral tem sido estudados por diversos autores, em princípio de uma maneira descritiva e, em seguida, com a finalidade de encontrar métodos de seleção mais adequados para o coqueiro. O estudo da biologia floral do coqueiro revela a existência de variabilidade no modo de reprodução (Rognon, 1976; Sangaré et al., 1978).

A fase masculina começa com a abertura da inflorescência e termina com a queda da última flor masculina; a fase feminina dura desde a entrada em receptividade da primeira flor até a necrose dos últimos estigmas. O estudo da simultaneidade entre

as duas fases constitui-se de quatro grupos de comportamento de reprodução:

Grupo 1 – Fase feminina curta, sem simultaneidade com a fase masculina da mesma inflorescência e nem com a inflorescência seguinte. É a alogamia completa.

Grupo 2 – Fase feminina curta, sem simultaneidade com a fase masculina da mesma inflorescência, mas com uma simultaneidade importante com a fase masculina da inflorescência seguinte. É a alogamia preferencial.

Grupo 3 – Fase feminina longa, completamente simultânea com a fase masculina da mesma inflorescência, com ou sem simultaneidade com a fase masculina da inflorescência seguinte. É a autogamia direta.

Grupo 4 – Fase feminina curta com simultaneidade com a fase masculina da mesma inflorescência e com a fase masculina da inflorescência seguinte, podendo-se observar uma simultaneidade das duas fases masculinas com uma parte da fase feminina. É a autogamia preferencial.

A simultaneidade com a fase masculina da inflorescência seguinte depende fortemente do número anual de inflorescências emitidas, o que é influenciado pelas variedades de coqueiro e condições do meio. No caso da variedade gigante, ocorrem apenas os grupos 1 e 2. O comportamento sexual do coqueiro varia sensivelmente segundo as variedades; as variações referem-se, principalmente, à duração da fase feminina, contada a partir do tempo de receptividade dos estigmas e sua concomitância com a

fase masculina, ou seja, tempo de emissão do pólen (a mais constante).

A floração da variedade gigante é protândrica, ou seja, a fase masculina se inicia antes da fase feminina e não há coincidência das duas fases numa mesma inflorescência. A fase masculina começa com a abertura da inflorescência e termina com a queda da última flor masculina; a fase feminina dura da entrada em receptividade da primeira flor até a necrose dos últimos estigmas. A fase feminina começa ao redor de 3 semanas após a abertura da espata, ou seja, de 3 a 6 dias após o fim da fase masculina da mesma inflorescência. Não há, pois, normalmente, possibilidade de autofecundação. Por isso, a variedade gigante é predominantemente alógama, devido a não coincidência, na floração, dos elementos masculinos e femininos de uma mesma inflorescência. No entanto, essa não coincidência não é absoluta, pois pode haver fecundação entre duas inflorescências sucessivas numa mesma planta, isto é, fecundação das flores femininas de uma inflorescência pelas flores masculinas da inflorescência seguinte, dependendo das condições favoráveis de nutrição e clima. Essa possibilidade varia com as épocas do ano, podendo ser importante durante a estação seca, na qual há um grande número de inflorescências, pois o intervalo entre abertura de duas inflorescências sucessivas é mais curto (Frémond et al., 1966). No caso da variedade anã, há sobreposição parcial entre as fases masculina e feminina da mesma inflorescência e, por isso, essa variedade é considerada autógama.

Do ponto de vista da biologia floral, o coqueiro-anão comporta-se diferentemente. A fase feminina nessa variedade inicia-se ao redor de 1 semana após o início da fase masculina e termina quase ao mesmo tempo, durando em torno de 10 dias. Por causa dessa concomitância constatada em 90% dos casos, é que a autofecundação constitui a regra no coqueiro-anão, ainda que existam diferenças, segundo o ecótipo.

O aborto das inflorescências é um fator influente na produção e tem sido bastante estudado, podendo tomar vários aspectos (Frémond et al., 1966):

Aborto quase total – reduz a espádice a um órgão rudimentar, não ramificado e estéril.

Aborto parcial – a espata aparece na axila da folha, porém é delgada e curta; termina às vezes por se abrir, deixando ver uma espádice incompleta e sem flores.

Aborto limitado às flores femininas – com inflorescências de aspecto quase normal.

O aborto é frequente nas plantas jovens, cujas primeiras inflorescências são, em princípio, masculinas; depois passa a depender, essencialmente, das condições de nutrição da planta. O patrimônio genético tem o seu papel, pois, às vezes, são encontradas plantas praticamente estéreis. As condições climatológicas desfavoráveis ao coqueiro, em particular os períodos de seca, provocam um aumento do índice de aborto (Frémond et al., 1966).

História do melhoramento

Os trabalhos de melhoramento genético do coqueiro foram iniciados na Índia em 1932, com estudos visando à obtenção de híbridos provenientes do cruzamento entre as variedades gigante e anã (Patel, 1937). Em seguida, diversos pesquisadores estudaram híbridos dessa natureza (Liyanage, 1956; Ninan; Satyabalan, 1964; Pandalai; Satyabalan, 1965; Frémond; Lamothe, 1971; Aragão et al., 2002, 2004, 2009).

Posteriormente, uma equipe de pesquisadores do Institut de Recherche pour les Huiles et Oléagineux (Irho), atualmente Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad), preconizou e intensificou o método de produção de híbridos baseado na capacidade de combinação entre origens e indivíduos e, simultaneamente na seleção fenotípica para os caracteres com maior herdabilidade. Depois de identificadas as melhores combinações entre origens e variedades, por meio de ensaios comparativos em campo, reproduziam-se os melhores híbridos em campos de produção de sementes (Lamothe et al., 1980).

As atividades de melhoramento com a cultura do coqueiro no Brasil tiveram início com a criação do Programa Nacional de Pesquisa de Coco (PNP-Coco), com os trabalhos de prospecção e coleta de germoplasma no Brasil iniciados em 1982 e com a introdução de germoplasma de coqueiro-gigante, pro-

veniente da Costa do Marfim, em 1983. O programa de desenvolvimento de híbridos experimentais (intervarietais e intravarietais) e comerciais (híbridos intervarietais), ocorreu efetivamente entre 1990 a 2005 pela Embrapa, seja no Banco Internacional de Germoplasma de Coco para a América Latina e Caribe (ICG-LAC) e principalmente através de parcerias, tanto com instituição pública (Emparn e Comissão Executiva da Lavoura Cacaueira – Ceplac), quanto com a iniciativa privada, como a Metro, atualmente Cohibra (Aragão et al., 2009).

Orientado nas exigências edafoclimáticas e de mercado da cultura, o programa de melhoramento genético do coqueiro no Brasil está sendo conduzido, com base nas atividades de prospecção, coleta, introdução, conservação, avaliação e caracterização de germoplasma e os principais métodos utilizados são: seleção massal, teste de progênes, obtenção e teste de híbridos.

Variedades e híbridos

Variedades

O gênero *Cocos* é constituído de uma só espécie (*Cocos nucifera* L.) e duas variedades principais: a de coqueiro-anão e a de coqueiro-gigante.

A variedade de coqueiro-anão apresenta um desenvolvimento vegetativo lento; reproduz-se por autofecundação e é mais precoce (3 a 4 anos de crescimento vegetativo), é mais produtiva (150 a 200 frutos por planta por ano) e produz frutos de menor

tamanho (Aragão et al., 2003b). O coqueiro-anão no Brasil exerce grande importância econômica na geração de emprego e renda e na produção de coco-imaturo para atender o mercado de água de coco, pois tem potencial de produção de mais de 200 frutos por planta por ano e com grandes perspectivas para atender um mercado crescente para o consumo de água de coco, principalmente com o desenvolvimento de tecnologias para a sua industrialização (envasamento), que permite o aumento da vida útil do produto e facilita o seu transporte e distribuição. O coqueiro-anão tem grande relevância no melhoramento da cultura, uma vez que do cruzamento entre as variedades anã e gigante são obtidos os híbridos intervarietais, a maior demanda atual pelos principais países produtores de coco. Essa variedade divide-se em três subvariedades: verde, amarela e vermelha. As subvariedades verde e amarela (Figuras 2A e 2B) apresentam-se com tipos característicos únicos. A vermelha apresenta dois tipos distintos fenotipicamente: o da Malásia e o dos Camarões (Figura 2C e 2D). A verde é mais resistente às condições adversas do ambiente, e a amarela, mais suscetível. A cor amarela é recessiva em relação à verde e à vermelha; enquanto o cruzamento dos anões verde x vermelho ou o cruzamento recíproco vermelho x verde, o híbrido intravarietal resultante, vai ser de cor marrom. Nesses cruzamentos, não há interação de dominância. Ocorre, nesse caso, o fenômeno de epistasia, ou seja, a interação entre genes de locos diferentes, de forma que a cor do híbrido resultante é diferente das cores dos dois progenitores.

Fotos: Francisco Elias Ribeiro



Figura 2. Coqueiro-anão, subvariedades: anão-verde (A), anão-amarelo (B), anão-vermelho-da-malásia (C) e anão-vermelho-dos-camarões (D).

A variedade de coqueiro-gigante (Figura 3), que compõe a maioria dos coqueirais em produção, apresenta, geralmente, fecundação cruzada; seu crescimento é rápido e sua fase vegetativa longa (cerca de 7 anos). Essa variedade produz, de modo geral, um número médio de frutos grandes (60 a 80 por planta por ano) (Frémond et al., 1966). O coqueiro-gigante é normalmente utilizado de forma in natura para uso culinário (coco-seco), principalmente na fabricação de doces, bolos, sorvetes, chocolates, bem como na agroindústria de alimentos, como leite de coco e coco-ralado. O coqueiro-gigante tem grande importância no melhora-

mento da cultura, pois é do cruzamento da variedade gigante com a anã que se produz o híbrido intervarietal, cultivar utilizada nos principais países produtores de coco.

O tipo de fecundação é definido pela simultaneidade ou não da época de maturação das flores masculinas e femininas.

Híbridos

Os principais tipos de híbridos em coqueiro são: simples – anão (A)xgigante (G), AxA e GxG; duplos – (AxG)x(A1xG1); e triplos – (AxG)xA1, (AxG)xG1. O processo de hibridação consiste no cruzamento entre dois



Fotos: Francisco Elias Ribeiro

Figura 3. Coqueiro-gigante.

indivíduos geneticamente distintos com o objetivo de reunir nos híbridos (Figura 4) as características favoráveis que existem em separado nos parentais, podendo ser inter-varietal (AxG) e intravarital (AxA e GxG). Na obtenção de híbridos de coqueiro, os paren-

tais (diferentes variedades e ecótipos) são escolhidos com base na sua capacidade de combinação. Os híbridos produzidos pelo cruzamento dos parentais são avaliados em testes comparativos (ensaios de rede). O coqueiro híbrido, por ser uma cultivar de

dupla aptidão, pode ser empregada tanto na indústria – na produção de leite, coco ralado, óleo e água de coco envasada –, como no mercado in natura – na culinária doméstica ou no consumo de água de coco, entre outros –, constituindo-se, portanto, numa cultivar de ampla utilidade comercial.

Fotos: Francisco Elias Ribeiro



Figura 4. Coqueiro-híbrido.

Objetivos do melhoramento

Os programas de melhoramento genético geralmente visam desenvolver cultivares para atender simultaneamente os produtores e consumidores. Os agricultores dese-

jam cultivares que apresentem alta produtividade, resistentes a estresses bióticos e abióticos, maior estabilidade de produção e que facilitem os tratos culturais. Já os consumidores requerem produtos que apresentem melhor qualidade nutricional, boas qualidades sensoriais e outros atributos, que dependem se serão processados nas agroindústrias ou se consumidos in natura.

Os objetivos do melhoramento genético resultam de uma análise dos diversos hábitos alimentares e culturais, do conhecimento da planta e das tecnologias de transformação (Bourdeix, 1989) e reveste-se de diferentes formas, de acordo com as condições ecológicas. A diversidade das situações ecológicas encontradas deve ser considerada e o melhorista dará ênfase àquelas que, em determinado local ou momento, são limitantes da produção, tais como: insuficiência hídrica, baixas temperaturas, doenças e pragas (Gascon; Lamothe, 1976).

O principal objetivo do melhoramento do coqueiro no mundo tem sido o aumento da quantidade de copra, por meio da identificação de indivíduos com alta produção de óleo por unidade de área e resistência/tolerância às principais doenças, como amarelamento-letal e cadang-cadang (Bavappa; Sukumaran, 1983). Como no Brasil toda a produção é utilizada na alimentação humana, o aumento da quantidade de albúmen sólido é importante, principalmente para fins industriais. Assim, para as condições de consumo de coco no Brasil, outros fatores, como número de frutos e características sensoriais, são também importantes, além da quantidade de albúmen líquido, uma

vez que a maior demanda atual no Brasil é por fruto imaturo para o consumo de água de coco (Ribeiro et al., 2002).

O programa de melhoramento genético do coqueiro no Brasil deverá concentrar seus esforços no sentido de desenvolver cultivares com menor porte, precocidade, maiores produção e qualidade de frutos, polpa e água de coco, tolerância ou resistência a pragas e a estresse ambiental e maior adaptabilidade para serem incorporadas aos diversos sistemas de produção de coco no País.

Variabilidade genética: importância e utilização

Os recursos genéticos do coqueiro são coordenados mundialmente pelo Coconut Genetic Resources Network (Cogent), que é uma rede internacional administrada pelo Bioversity International. Essa rede reúne uma base de dados com mais de 1.000 acessos conservados em mais de 20 países. No entanto, os dados de caracterização são raros e pouco padronizados, e as prospecções sistemáticas realizadas vêm enriquecer ainda mais a diversidade dessas coleções, tornando-se cada vez mais importante o intercâmbio, entre instituições e países membros, das informações disponíveis nessa base de dados.

As variedades de coqueiro estão incluídas em dois grandes grupos de diversidade. O primeiro compreende os ecótipos do grupo Pacífico (zona ecogeográfica do Pacífico, Sudeste Asiático e Pacífico Sul), onde seus frutos são ricos em água e albúmen sólido.

A casca é fina, a noz tem formato arredondado e a germinação é mais rápida (Bourdeix et al., 1997). O segundo grupo é denominado grupo Indo-Atlântico, que corresponde aos coqueiros da Índia, Sri Lanka e do Oeste da África. Seus frutos têm formato oblongo, possuem casca grossa, baixa porcentagem de albúmen sólido, porém ricos em óleo, a germinação é lenta e a noz tem formato ovóide, grupo do qual as populações brasileiras pertencem (Lebrun et al., 1999).

A determinação da variabilidade genética se constitui numa estratégia importante para o conhecimento e manejo efetivo da divergência genética do germoplasma acessível, como forma de disponibilizar essas informações e tornar a sua utilização mais efetiva no programa de melhoramento genético da cultura. O conhecimento dessa variabilidade é que irá proporcionar ao melhorista a escolha dos melhores genitores a serem utilizados no melhoramento, via seleção e hibridação e permitir a melhoria da produtividade e qualidade das cultivares a serem lançadas.

Diversos métodos podem ser utilizados para caracterizar a variabilidade genética das cultivares de coqueiro e estudar as suas relações entre populações. A avaliação por meio de caracteres morfológicos e agrônômicos podem fornecer informações importantes tanto sobre a diversidade quanto a utilização potencial dessas populações. Essa caracterização leva em conta os caracteres morfológicos e de produção: estipe, folhas, inflorescências, forma, cor e composição de frutos, número de cachos e de frutos, entre outros.

A divergência genética em populações de coqueiro-gigante-do-brasil foi avaliada por meio de técnicas multivariadas, utilizando-se 19 caracteres. As populações avaliadas foram: Praia do Forte, BA, Pacatuba, SE, Merepe e Santa Rita, PE, e São José do Mipibu, RN. Os resultados dessa pesquisa mostraram que as populações de Pacatuba e Merepe são menos divergentes entre si, enquanto que a população de Santa Rita foi a mais divergente em relação às demais. No entanto, as populações da Praia do Forte e São José do Mipibu apresentaram divergência intermediária (Ribeiro, 1993). Essas informações são de fundamental importância para o programa de melhoramento genético da cultura quando se visa identificar progenitores para a produção de híbridos e também para a escolha de populações a serem utilizadas na seleção fenotípica de indivíduos. Concluiu-se que as populações de Merepe e Praia do Forte foram as mais promissoras com relação às características de fruto por apresentarem maior peso de copra.

Nessas cinco populações de coqueiro-gigante do Brasil a variabilidade genética do coqueiro foi também avaliada por meio dos componentes do fruto. Todas as populações avaliadas se caracterizam como típicas da variedade gigante, apresentando frutos de formato oblongo. A população de Merepe se destacou das demais em relação aos componentes estudados, enquanto a de Santa Rita apresentou os menores valores para todos os componentes do fruto (Ribeiro et al., 1997). A variabilidade genética também foi avaliada em popula-

ções de coqueiro-gigante no Meio-Norte do Brasil, procedentes de Luís Correia, PI, e Santo Inácio, MA, por meio dos caracteres morfológicos do fruto. Essas duas populações apresentaram baixa porcentagem de casca, quando comparadas com outras populações brasileiras (49,0% e 50,7%), altas porcentagens de albúmen sólido (24,6% e 24,2%) e de copra (15,1% e 14,1%), respectivamente. A população de Luís Correia apresentou valores superiores para a maioria dos caracteres de interesse agrônomo (Ribeiro et al., 2001).

Notou-se que os ecótipos de coqueiro-gigante-do-brasil estudados são fenotipicamente semelhantes em relação aos caracteres vegetativos da planta, porém diferem em relação ao tamanho, peso, forma e composição de frutos (Ribeiro et al., 1997).

Entretanto, esse método apresenta limitações por sofrer influência do ambiente e a variabilidade genética real pode não ser devidamente avaliada. Como a maioria dos caracteres de interesse agrônomo é influenciada pelo ambiente, os marcadores moleculares têm sido utilizados com sucesso para avaliar a variabilidade genética, uma vez que esses marcadores são altamente polimórficos e não são influenciados pelo ambiente.

Marcadores baseados em DNA têm sido indicados como os mais adequados nos estudos de diversidade genética em coco. Os marcadores moleculares mais utilizados em plantas tem sido RFLP, RAPD e SSR. No entanto, os marcadores microssatélites (SSR) têm se mostrado como a ferramenta

mais poderosa em análises de estrutura de populações, devido às características desse marcador: multi-alelico, altamente polimórfico e baseado na PCR (Chase et al., 1996; Morgante et al., 1996).

A avaliação da diversidade genética em dez populações de coqueiro-gigante-do-brasil foi realizada por meio de marcadores microssatélites (SSR), visando à caracterização da variabilidade genética, estrutura populacional, sistema reprodutivo, padrão espacial da variabilidade genética e entender os aspectos histórico-evolutivos dessas populações. As informações geradas nesse trabalho forneceram informações importantes na estratégia de coleta, conservação e utilização do germoplasma de coqueiro no Brasil, contribuindo para a identificação de diferenças geneticamente importantes para o direcionamento dos cruzamentos e produção de híbridos (Ribeiro et al., 2010, 2013).

Utilizando-se técnicas de análise multivariadas, concluiu-se que as menores divergências genéticas foram obtidas entre as populações de Pacatuba e Merepe, sendo que a população de Santa Rita foi a mais divergente (Ribeiro et al., 1999).

A utilização da variabilidade genética no melhoramento do coqueiro iniciou com os trabalhos de hibridação em coqueiro-anão no ano de 1928 em Fiji e os primeiros híbridos realizados entre gigante e anão em 1934. Nos anos de 1940 a 1960, os testes comparativos entre híbridos permitiram demonstrar a superioridade dos híbridos em termos de potencial de produção. A caracterização de inúmeras cultivares dis-

poníveis é indispensável para sua utilização no melhoramento e na exploração da heterose, mas também é necessária a sua conservação como fonte de variabilidade. Com as ferramentas úteis de marcadores moleculares disponíveis, é possível aprimorar os métodos utilizados atualmente como forma de reduzir os ciclos de seleção e aumentar a eficiência do programa de melhoramento da cultura.

Identificado os materiais genéticos mais promissores, os melhoristas concentram seus esforços naquelas combinações que julgam mais favoráveis em relação às características de maior interesse, tais como: número de frutos e características sensoriais, alta produção de óleo por unidade de área e resistência/tolerância aos principais fatores bióticos e abióticos. O desenvolvimento de variedades mais adaptadas aos diferentes agroecossistemas e com maior estabilidade de produção proporcionará redução nos custos de produção, maior segurança para os trabalhadores e consumidores, preservação do ambiente e sustentabilidade do agronegócio do coco.

Métodos de melhoramento

Introdução de germoplasma

A introdução de material genético também pode ser considerada como um método de melhoramento, pois pode contribuir efetivamente para a melhoria da produtividade em uma determinada região. Isso

ocorre quando o material introduzido (variedade ou híbrido) é utilizado diretamente no sistema de produção. Como exemplo, podemos citar híbridos de dendê, clones de seringueira, e os híbridos de coqueiro que foram introduzidos da Costa do Marfim para uso direto em plantios comerciais na região Nordeste do Brasil (Nass et al., 2001). Alguns híbridos de coqueiro que foram introduzidos da Costa do Marfim: PB 121(AAMxGOA), PB 111(AVCxGOA), PB 141 (AVeExGOA).

A variedade gigante foi introduzida, pela primeira vez no Brasil, em 1553, proveniente da Ilha de Cabo Verde. As introduções de anões procederam-se da seguinte forma: anão-verde de Java em 1925 e do Norte da Malásia em 1939; anão-amarelo do Norte da Malásia em 1938; e anão-vermelho do Norte da Malásia em 1939 (Dias, 1980).

Em 1978, a Ceplac, por meio do IRHO, atual Cirad, introduziu, da Costa do Marfim, o gigante-do-oeste-africano, o anão-amarelo-da-malásia e o anão-vermelho-dos-camarões (Dias, 1980). Estes dois últimos tipos foram reintroduzidos no Brasil em 1982, pela Embrapa, acrescidos do anão-vermelho-da-malásia (Siqueira; França-Dantas, 1984).

Em 1983, a Embrapa introduziu, da Costa do Marfim, populações de: gigante-do-oeste-africano, gigante-de-rennell, gigante-da-polinésia, gigante-de-novas-hébridas (hoje gigante-de-vanuatu), gigante-da-malásia, gigante-de-rotuma e gigante-de-tonga (Siqueira; França-Dantas, 1984).

Em 1984, foram reintroduzidos: gigante-do-oeste-africano, gigante-de-rennell, gigante-de-tonga, gigante-de-vanuatu e gigante-da-malásia e em 1986, novamente, as populações de gigante-de-rennell, da Polinésia e de Vanuatu (Ribeiro; Siqueira, 1995).

Por meio desse método, foram introduzidos os híbridos PB111; PB121; PB141 e são cultivados por produtores das regiões Norte e Nordeste.

Seleção massal

No método de seleção massal, as plantas são escolhidas com base na avaliação fenotípica e as sementes são misturadas para reproduzir a próxima geração, com o objetivo de aumentar a frequência de alelos favoráveis na população. A seleção massal é um método simples, econômico e bastante importante em início de programa de melhoramento ou quando se quer produzir sementes em curto prazo. A seleção massal é mais efetiva para caracteres de fácil visualização e avaliação e o seu principal uso é na obtenção de variedades em espécies vegetais pouco trabalhadas geneticamente ou para caracteres de alta herdabilidade. Uma desvantagem desse método é que ele é baseado somente no fenótipo do indivíduo e, por isso, muito influenciado pelo ambiente.

Esse método pode ser sintetizado da seguinte forma: selecionam-se indivíduos em uma população original, com base no seu fenótipo, e esses indivíduos selecionados irão formar a população melhorada (Figura 5). Pode-se realizar um ou mais ciclos seletivos, conforme os objetivos do programa.

Em programas de melhoramento em que o objetivo é o aumento na produção de copra, a seleção fenotípica dos melhores indivíduos é realizada com base na copra por fruto e copra total. O cálculo da quantidade de copra junto com o número de frutos possibilita a estimativa de copra total por planta por ano.

Seleção com teste de progênie

O teste de progênie nada mais é do que a avaliação dos genótipos dos progenitores com base no fenótipo dos seus descendentes com objetivo de aumentar a eficiência da seleção fenotípica (Allard,

1971). Selecionam-se na população as plantas com as características desejadas: altura, precocidade, produção, resistência a pragas, resistência a estresses ambientais, entre outras, definidas pelo programa de melhoramento (Figura 6). Essas serão devidamente marcadas e os frutos, derivados das estratégias utilizadas de polinização aberta, autofecundação ou intercruzamento, serão coletados secos (12 meses) e identificados para compor a geração seguinte. No novo plantio, as progênies de cada planta selecionada serão distribuídas em fileiras identificadas, onde serão avaliadas fenotípica e geneticamente para os caracteres desejados. É por meio da seleção praticada dentro das progênies que os

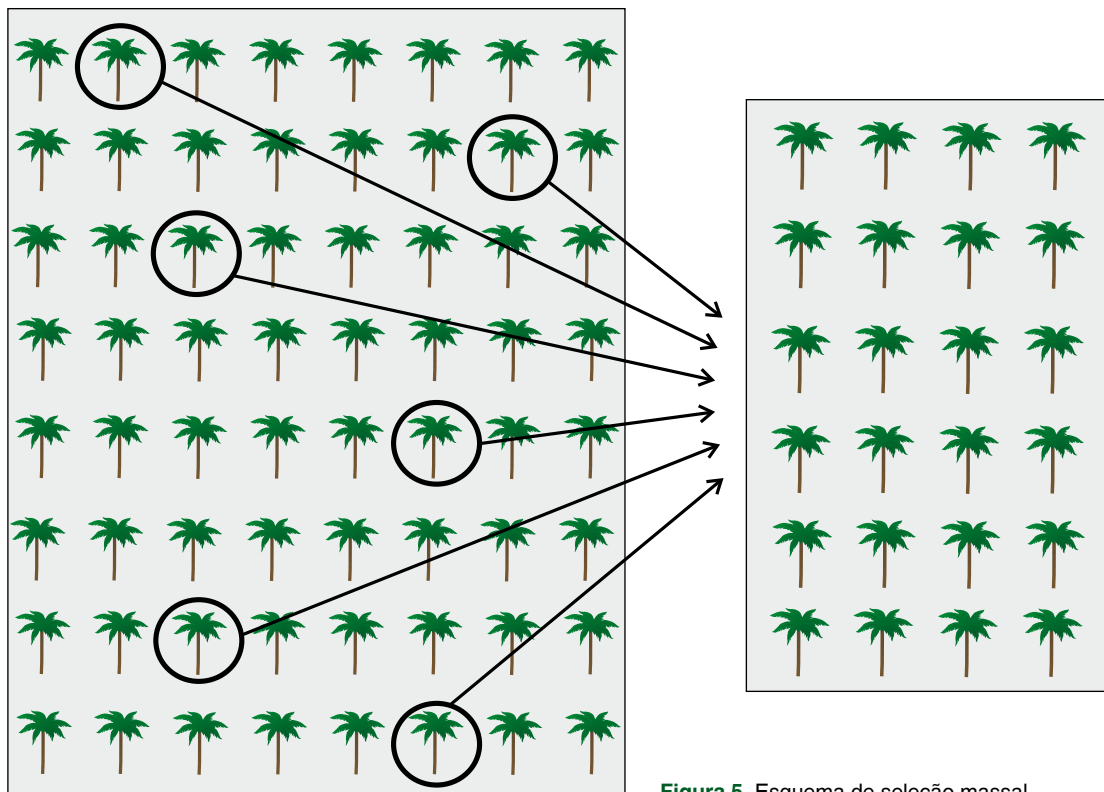


Figura 5. Esquema de seleção massal.

melhores progenitores serão identificados e selecionados como indivíduos superiores.

A escolha da estratégia de polinização pode resultar em um baixo número de sementes, tornando-se um fator limitante. A ideia é se obter um número máximo possível de sementes de cada planta selecionada de uma dada população, das quais se obteriam mudas que seriam plantadas em três diferentes localidades, na região para a qual se pretende efetuar o melhoramento. Estabelecidas essas populações, as progênies seriam avaliadas e aquelas que se mostrassem inferiores, seriam eliminadas. As superiores sofreriam uma seleção dentro das famílias, permanecendo apenas as me-

lhores que seriam usadas para a obtenção da geração seguinte. Essa população, assim constituída, transformar-se-ia em um campo de produção de sementes melhoradas, podendo também fornecer pólen para a obtenção de híbridos.

Obtenção de híbridos

O método de obtenção de híbridos é baseado na capacidade de combinação entre indivíduos e na seleção fenotípica para os caracteres com alta herdabilidade. De acordo com Pannetier e Buffard-Morel (1986), quatro são as etapas a seguir para obtenção de uma cultivar híbrida:

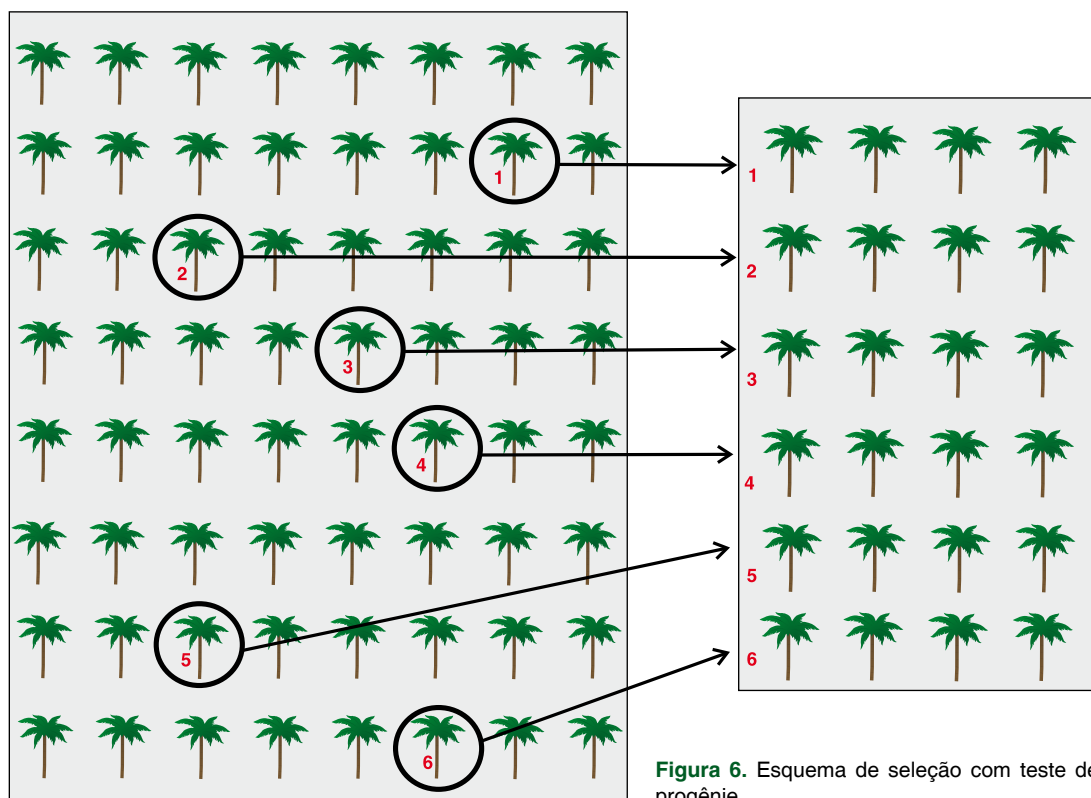


Figura 6. Esquema de seleção com teste de progênie.

- 1) Introdução de germoplasma para a obtenção de um máximo de variabilidade genética.
- 2) Cruzamento entre diferentes ecótipos e variedades para produção de híbridos.
- 3) Cruzamento entre indivíduos, das variedades e ecótipos, dos híbridos selecionados para produzir recombinação para novos ciclos de melhoramento.
- 4) Simultaneamente, realizar cruzamentos entre os melhores híbridos, escolhendo dentro de cada progenitor aqueles indivíduos que produzem uma melhor progênie (seleção intra-híbridos).

Para a produção de sementes, os melhores híbridos detectados no programa de melhoramento são reproduzidos em larga escala. No presente, esta produção é relativamente fácil, graças ao uso das variedades anãs, que são autógamas e utilizadas como plantas-mãe. Para reproduzir um bom híbrido (AxB), do qual A é uma variedade anã, um campo de produção de sementes de A é implantado e os melhores indivíduos de B são usados como polinizadores. Esse campo deve estar totalmente isolado de qualquer pólen estranho, e esse método demanda rígidos controles: emasculação, conservação do pólen e polinização.

No âmbito do programa de melhoramento genético do coqueiro no Brasil, foram introduzidos, da Costa do Marfim, cinco híbridos para serem avaliados nas condições de Sergipe e norte da Bahia. São eles: PB-111 (AVCxGOA); PB-121 (AAMxGOA); PB-141 (AVExGOA); PB-113 (AVCxGRL); e PB-231

(GRLxGOA). Após vários anos de avaliações, verificaram-se alguns resultados interessantes, mas que nas condições em que foram cultivados, esses híbridos não expressaram todo o seu potencial. Os híbridos AxG são precoces, mas o número de frutos produzidos foi aquém do esperado, pois foram submetidos a estresses bióticos e abióticos, tais como altos déficits hídricos e ataque da doença queima das folhas, e todos os híbridos avaliados se mostraram susceptíveis a essa doença (Siqueira et al., 1995).

A principal estratégia utilizada pela Embrapa Tabuleiros Costeiros tem sido a obtenção e teste de híbridos interpopulacionais, utilizando como genitores masculinos populações de coqueiro gigante e como genitores femininos populações de coqueiro anão provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de Coco (BAG-Coco). O principal resultado dessa estratégia foi a seleção com posterior registro de três híbridos, sendo eles: BRS001, BRS002 e BRS003. O uso do coqueiro híbrido intervarietal pode oferecer diversas vantagens em relação aos parentais anões e gigantes, em condições agroecológicas ideais de exploração como: maior estabilidade de produção, ampla utilidade do fruto (uso in natura e agroindustrial), fruto de tamanho médio, maior produtividade de polpa, maior produtividade de água que o gigante e maior estabilidade de preço devido à sua ampla utilidade.

Além disso, os híbridos de anão x anão podem ser de grande importância, principalmente para o Brasil, em virtude da grande demanda para o coco-verde. Os híbridos entre anões são tão precoces quanto os

parentais, produzem mais copa por planta, apresentam um grande número de frutos por planta e possuem crescimento vertical baixo, tornando possível aumentar sua densidade de plantio para 235 plantas por hectare (Lamothe et al., 1991). No Brasil, uma das poucas experiências com híbridos de coqueiro anão x anão registrou resultados preliminares de quatro híbridos entre o anão-verde-do-brasil-de-jiqui (AVeBrJ) e as variedades AVC, AAM, AABrG e AVeBrG em que pode-se verificar que os híbridos foram mais produtivos do que qualquer um dos genitores (Alves et al., 2005).

Obtenção de compostos

Um composto pode ser entendido como uma população formada a partir de germoplasma de ampla base genética como cultivares de polinização livre ou de híbridos duplos. A obtenção de um composto normalmente é realizada com o objetivo de se obter populações com melhores características para serem submetidas à seleção e incluídas no programa de melhoramento.

Os compostos são obtidos do intercruzamento de diversas populações (variedades ou raças) em todas as combinações possíveis, seguido de várias gerações de cruzamentos ao acaso, com o fim de obter-se uma população em equilíbrio e com alto grau de homogeneização (Miranda Filho, 1974).

O método realizado em longo prazo consiste na obtenção de uma nova população de coqueiros-gigantes, resultante da recombinação das diferentes populações nacionais

e exóticas disponíveis. A mesma metodologia é adotada para a obtenção de uma nova população de coqueiros-anões.

Seleção recorrente

A seleção recorrente é um método utilizado para possibilitar o aumento contínuo e progressivo no melhoramento de populações, por meio da condução de ciclos sucessivos de seleção, visando aumentar a frequência de alelos favoráveis numa população, sem reduzir a sua variabilidade. É um método bastante utilizado em espécies alógamas e consiste na seleção de indivíduos desejáveis de cada população, seguido pela recombinação desses indivíduos para formar uma nova população. A seleção recorrente pode ser classificada em dois tipos: seleção recorrente intrapopulacional e seleção recorrente interpopulacional, também denominada de seleção recorrente recíproca. Na seleção recorrente intrapopulacional, o objetivo é melhorar as performances per se das populações, enquanto que na seleção recorrente interpopulacional o objetivo é o melhoramento do cruzamento de duas populações, ou seja, do híbrido interpopulacional (Hallauer; Darrah, 1985). Cada ciclo de seleção recorrente é constituído de quatro etapas: obtenção das progênies, avaliação em experimentos com repetições, seleção das progênies superiores e recombinação dessas.

O esquema de seleção recorrente recíproca em coqueiro pode ser representado pelos cruzamentos entre populações distintas de anão x gigante, anão x anão e gigante x

gigante. Em relação aos cruzamentos entre anão x gigante é relativamente simples, pois são grupos bem distintos, apresentam boa complementaridade e boa capacidade de combinação. No caso dos cruzamentos entre gigante x gigante, poderia se adotar o critério de cruzar as populações entre os grupos de diversidade, ou seja, populações do grupo Indo-Atlântico com populações do grupo do Pacífico. Já para os cruzamentos entre populações de anões, o melhorista definirá, no momento certo, quais as populações que seriam mais interessantes para iniciar o processo de seleção.

Obtenção e produção de sementes

A demanda pela indústria e pelo uso doméstico in natura de coco-seco é essencialmente de frutos de coqueiro-gigante e de híbridos, devido ao tamanho maior do fruto e maior espessura da sua polpa (albúmen sólido), pois, conseqüentemente, irá proporcionar maior rendimento agroindustrial. Os frutos do coqueiro-anão são, preferencialmente, utilizados para o consumo de água, em razão do sabor mais agradável. A adoção de critérios adequados na seleção de sementes e mudas propicia ganho em precocidade e produção, com plantações mais homogêneas e mais produtivas. Nesse contexto, o objetivo da produção irá condicionar, evidentemente, a variedade a ser plantada.

Para obtenção de sementes de coqueiro, é necessário que os campos de matrizes, além da obrigatoriedade de registro e da certificação das sementes no Mapa, sejam

homogêneos, estáveis e isolados de outros plantios de coqueiro, com cerca de 1.000 m de distância ou 500 m se existir barreira natural ou artificial. Independentemente, se para obtenção de sementes de coqueiro-anão, de coqueiro-gigante ou se para a produção de sementes híbridas (Aragão et al., 2003a).

Sementes de variedades

Coqueiro-gigante

Considerando que as introduções do coqueiro-anão ocorreram no Brasil a partir de 1925, para o plantio de coqueiros-gigantes recomenda-se que as sementes sejam coletadas em populações homogêneas, em torno de 90 anos de idade (tendo como referência o ano de 2015), que são populações originárias dos primeiros exemplares introduzidos pelos portugueses. Isso é importante, pois se elimina o risco da coleta de sementes de híbridos naturais, o que causaria uma degeneração dos plantios efetuados com suas sementes em virtude da segregação gênica que ocorre nesses casos.

As plantas a serem selecionadas em populações de coqueiro-gigante devem, tanto quanto possível, apresentar um tronco reto, cicatrizes foliares pouco espaçadas, grande número de folhas, grande número de cachos e frutos de tamanho médio, assim como cachos bem apoiados sobre as folhas, pedúnculo curto, grande número de flores femininas e sem ataques de pragas e doenças.

As sementes devem ser de tamanho médio, apresentar som característico da presença

de água quando movimentadas e estar na fase normal de maturação. Recomenda-se evitar frutos deformados pelo ataque de insetos e/ou ácaros.

Após a colheita, as sementes devem ser estocadas ao ar livre por 3 semanas, para completar a maturação.

Considerando que existe uma correlação positiva entre a velocidade da germinação e o desenvolvimento das mudas em viveiro, com a precocidade e o volume de produção, deve-se efetuar a seleção em germinadouro e viveiro. Assim, devem ser eliminadas as sementes que não germinarem até o limite de 120 dias.

Coqueiro-anão

Para o plantio de coqueiro-anão, o procedimento é mais simples, pois, sendo uma variedade de autofecundação, a segregação é menor e os descendentes apresentam maior homogeneidade.

O fato de a coloração da plântula germinada acompanhar, na maioria das vezes, a cor do anão que lhe deu origem, pode ser usado como critério para eliminar plântulas fora do padrão no germinadouro.

Anão-amarelo

Este tipo apresenta taxa de autofecundação com valores máximos de 94,9% (Bourdeix, 1988). Na seleção de sementes, o importante é certificar-se da legitimidade da população. Posteriormente, pode-se proceder a seleção em germinadouro, baseada na

cor das plântulas, que devem possuir cor amarela.

Anão-vermelho

O anão-vermelho possui taxa máxima de autofecundação em torno de 99,5% (Bourdeix, 1988), maior que o amarelo e que o verde. Nesse caso, também é importante certificar-se da legitimidade da população, baseando-se também na cor das plântulas. As de cor alaranjada são legítimas.

Anão-verde

É a variedade que possui a menor taxa de autofecundação dos anões, com valores máximos de 94,3% (Bourdeix, 1988). Também nesse caso, é importante certificar-se da legitimidade das plantas que compõem a população, que dará origem às sementes. Com essa variedade, não é possível utilizar o critério da cor da plântula na seleção em germinadouro porque o verde é dominante em relação ao amarelo.

Para a diferenciação de ilegítimos (híbridos) pode-se utilizar o critério da velocidade de germinação. Os híbridos têm uma velocidade de germinação mais lenta que os anões. Então, as sementes que germinarem primeiro serão legítimas de anão-verde.

Sementes de híbridos

Para a produção de sementes, os melhores híbridos detectados no programa de melhoramento são reproduzidos em larga escala. No presente, esta produção é relativamente fácil, graças ao uso das variedades anãs, que são autógamas, e são utilizadas

como plantas-mãe. Para reproduzir um bom híbrido (AxB), do qual A é uma variedade anã, um campo de produção de sementes de A é implantado e os melhores indivíduos de B são usados como polinizadores. Esse campo deve estar totalmente isolado de qualquer pólen estranho e esse método demanda rígidos controles – emasculação, conservação do pólen e a polinização.

O híbrido de coqueiro poderá ser obtido do cruzamento inter- e/ou intravarietal e para a obtenção desses híbridos, três métodos são utilizados:

- 1) Fecundação dirigida: consiste na intercalação de duas linhas de coqueiro-anão com uma de coqueiro-gigante. As inflorescências do coqueiro-anão, que funcionarão como plantas-mãe, são emasculadas e polinizadas pelo pólen produzido no coqueiro-gigante, que funciona como genitor masculino, na produção de híbridos de anão com gigante. No caso de híbridos de anão e anão, ou de gigante e gigante, o raciocínio é o mesmo, intercalando, no entanto, ecótipos diferentes de anão ou de gigante, conforme funcionem como genitor feminino ou masculino. É o método mais simples e de menor custo. Tem, no entanto, a desvantagem de só produzir os tipos de híbridos delineados na implantação do campo.
- 2) Fecundação assistida: consiste no estabelecimento de plantações unicamente com plantas-mãe, isoladas e separadas dos genitores masculinos, sobre os quais é feita a coleta do pólen. O pólen

é colocado sobre as inflorescências das plantas-mãe previamente emasculadas. É um método flexível e relativamente simples.

Independente do método, o isolamento é a condição primordial: as plantas-mãe devem estar protegidas de toda fecundação acidental por pólen de plantas vizinhas. As condições necessárias para o isolamento dependem do clima, ventos e altura dos coqueiros mais próximos. O ideal é que haja um isolamento de 1.000 m ou de 500 m se existirem barreiras naturais ou artificiais, mas na maioria dos casos, um isolamento de 300 m a 500 m é suficiente, principalmente se existe uma barreira natural (floresta) (Wuidart; Rognon, 1981; Aragão et al., 2003a).

Um hectare de campo de produção de sementes via fecundação assistida, é o suficiente para implantar, aproximadamente, 50 ha de plantio definitivo por ano, ou 16.000 sementes, aproximadamente, quando um bom nível tecnológico é empregado. Para o método de fecundação assistida, a produção é em torno de dois terços do método de fecundação dirigida.

- 3) Fecundação artificial: a fecundação artificial do coqueiro consiste basicamente em isolar as inflorescências das plantas-mãe com sacos apropriados para que a polinização seja feita no momento adequado e sem que haja risco de contaminação por pólen estranho. O isolamento da inflorescência é uma con-

dição indispensável, uma vez que neste método, normalmente a plantação não é isolada. Este método é utilizado somente em nível experimental, pois requer mão de obra qualificada e seu rendimento é baixo: dois a quatro frutos por cacho.

O método de fecundação assistida e artificial envolve várias etapas, como segue: coleta, preparação, condicionamento e armazenamento do pólen, emasculação e isolamento das inflorescências, polinização e controle (Lamothe et al., 1980).

Coleta e preparo do pólen

Quando as populações de coqueiro-gigante estão isoladas não é necessária a proteção das inflorescências. Os ramos florais das partes superior e mediana da inflorescência são seccionados 6 a 8 dias após a abertura natural da espata; as da parte inferior, entre 10 e 14 dias, podendo-se também coletar os ramos florais em uma só operação, com um rendimento ligeiramente inferior. Se for empregado esse método, a coleta será feita entre 8 e 10 dias após a abertura da espata. Os ramos florais são colocados em sacos apropriados e encaminhados ao laboratório. As flores masculinas são imediatamente destacadas e colocadas em sacos de papel. Um coletor de pólen pode visitar 150 plantas por dia e coletar entre 20 kg e 30 kg de flores (Wuidart; Rognon, 1981).

Secagem e tamisagem

Os sacos são levados para a estufa a 40 °C durante 24 horas para secagem das flores. Após a secagem, as flores masculinas são

“esmagadas” entre dois rolos girando em sentido oposto. O afastamento entre esses rolos é regulado (2,5 mm) para obter simplesmente a abertura das pétalas, sem lesar os estames. Essa operação é realizada em salas próprias para favorecer a secagem. As condições ideais de desidratação são obtidas com uma temperatura próxima de 40 °C e uma umidade relativa em torno de 45% a 50%. Se a sala for perfeitamente condicionada por um sistema de circuito fechado, a secagem durará 24 horas. Após a secagem, as flores são tamisadas para a extração do pólen em peneiras de 200 mesh. O rendimento do pólen é de 2,0% a 2,5% das flores frescas, de acordo com a qualidade de secagem e de tamisagem (Lamothe et al., 1980). Se o uso for imediato, todo o processo pode ser simplificado com a secagem no próprio campo.

Condicionamento

Após a secagem e tamisagem, o pólen tem uma umidade em torno de 10% a 12%. Se for utilizado dentro de 10 dias, deve ser simplesmente colocado em embalagem plástica e conservado em congelador a -20 °C. Caso a utilização não seja imediata, o pólen deve passar por uma secagem complementar para reduzir a umidade a 4% ou 5%, sendo acondicionado sob vácuo, em pequenos frascos, e conservados em freezer, também a -20 °C. Esse tratamento pode aumentar a viabilidade por até 6 meses.

Emasculação das plantas

Quando o campo de produção de sementes é bem isolado, as sementes ilegítimas só

ocorrem por fecundações acidentais pelo pólen das plantas-mãe. A emasculação tem por objetivo eliminar todas as flores masculinas das plantas-mãe antes da maturação. Como a emissão do pólen é possível desde a abertura da espata, a emasculação é feita 48 horas da data presumível de abertura natural.

Para emasculiar, cortam-se, com a ajuda de uma tesoura de poda, todos os ramos com flores masculinas a uma distância de 5 cm a 6 cm da flor feminina mais alta; em seguida, retiram-se com a mão as flores masculinas restantes sobre as partes do ramo floral não seccionado. As flores masculinas e os ramos florais são enterrados. Restam, então, sobre a inflorescência somente as flores femininas. Um emasculador fica responsável por 250 a 300 plantas, que ele visita várias vezes por dia, incluindo os sábados, domingos e feriados (Wuidart; Rognon, 1981).

Polinização

O pólen é polvilhado sobre a inflorescência desde a receptividade das primeiras flores femininas até a necrose dos últimos estigmas. Os polvilhamentos são diários e o número varia de acordo com a duração da fase feminina. Para a operacionalização, o pólen é misturado com talco (5% de pólen) e o polvilhamento é feito sobre a inflorescência com o auxílio de uma piseta. Um polinizador pode visitar 1.500 plantas por dia. A quantidade média de pólen utilizada por inflorescência é de 0,4 g a 0,5 g, distribuída, no caso de anões-amarelos, em 10 a 12 polvilhamentos (Wuidart; Rognon, 1981).

No caso da fecundação artificial, as inflorescências são protegidas e o polinizador utilizará a abertura de uma pequena janela que existe no saco de isolamento para efetuar o polvilhamento. A janela é fechada, mas tem um dispositivo que permite a sua abertura no ato da polinização. No método artificial, a produção de sementes é significativamente reduzida, em torno de dois frutos por cacho e que, portanto, é um método recomendado apenas para produção de sementes experimentais.

Controle

A exploração de um campo de produção de sementes necessita de controles rigorosos e regulares para se obter uma boa legitimidade de sementes e um bom rendimento. Os controles são, principalmente, sobre as emasculações – que devem ser praticadas a tempo e sem ferir as flores femininas –, sobre a viabilidade do pólen utilizado e sobre a qualidade da polinização (Wuidart; Rognon, 1981).

A eficácia desses controles é muito importante, porque os resultados de legitimidade são conhecidos somente após a colheita, quando da germinação dos frutos, ou seja, 16 a 18 meses após a fecundação.

A seleção das sementes híbridas de boa qualidade deve passar por critérios de legitimidade em viveiro, detectados pela cor do coleto e velocidade de germinação (como descrito para as subvariedades do coqueiro-anão).

Dificuldades inerentes ao melhoramento do coqueiro

O melhoramento genético do coqueiro no Brasil vem sendo conduzido por poucas instituições, equipes reduzidas e recursos financeiros escassos. Os recursos genéticos disponíveis no País não são satisfatórios, necessitando, portanto, para seu enriquecimento, da realização de coletas e de novas introduções para ampliar a variabilidade disponível, o que irá contribuir para o desenvolvimento de variedades e híbridos com características desejáveis, mais produtivas, com maior adaptabilidade e tolerantes a diversos estresses bióticos e abióticos.

Ao se comparar o melhoramento genético do coqueiro com o da maioria das espécies cultivadas, nota-se que ele possui enormes dificuldades, que podem se tornar limitantes dependendo das condições em que é conduzido. Além disso, em uma espécie perene, como é o caso do coqueiro, a sua própria biologia agrava as consequências de possíveis erros cometidos desde o planejamento de um esquema de melhoramento genético à sua execução propriamente dita.

O programa de melhoramento genético do coqueiro no Brasil enfrenta uma série de dificuldades tanto do ponto de vista das características da cultura quanto do ponto de vista conjuntural e estrutural, como:

- Baixa variabilidade genética existente no germoplasma de coqueiro disponível no Brasil.
- Grandes dificuldades técnicas, de área física, de pessoal técnico, financeiras e na ampliação e manutenção de banco de germoplasma com variabilidade genética necessária para atender aos objetivos do programa de melhoramento.
- Necessidade de extensas áreas para implantar e conduzir os trabalhos de melhoramento genético.
- Dificuldade na introdução e intercâmbio de germoplasma.
- Falta de estrutura e de pessoal nos campos experimentais.
- Perenidade do coqueiro, uma planta de porte elevado e de baixa produção de sementes por planta.
- Estabilidade do coqueiro com produção de frutos no mínimo de 8 anos no coqueiro-anão, 10 a 12 anos no híbrido intervarietal e de 15 anos no coqueiro-gigante, o que exige longos períodos de avaliação da cultura e, portanto, progressos de seleção muitos lentos.
- Polinização do coqueiro pelo homem bastante complexa e onerosa; a produção de sementes híbridas de coqueiro, pelo método tradicional – tanto de híbrido intravarietal gigante x gigante, quanto do intervarietal anão x gigante –, demanda em torno de 30 a 40 anos, pois há a necessidade de se conduzir no coqueiro gigante, 6 a 7 gerações de autofecundações e se o objetivo do melhoramento for a obtenção de linhas puras, no coqueiro-

gigante seria praticamente impossível a obtenção de progênies homozigotas.

- Existência de poucos estudos genéticos, principalmente de correlações genéticas entre caracteres da fase juvenil e da fase adulta da planta.
- Ausência de métodos eficientes de propagação vegetativa.
- Inexistência de recursos financeiros em quantidade e de forma contínua para que o programa não sofra solução de continuidade.
- Frequentes mudanças na equipe técnica do programa de melhoramento e falta de pessoal de apoio devidamente treinado.
- Necessidade de áreas adicionais para implantação de campo de matrizes segundo as normas do Mapa para produzir sementes básicas e até comerciais, tanto das cultivares selecionadas quanto de sementes híbridas para atender as necessidades dos produtores de coco.

Perspectivas do melhoramento do coqueiro no Brasil

Apesar da demanda contínua para plantio e comercialização do coqueiro no Brasil, ainda há boas perspectivas de aumento, pois o consumo tende a crescer e ainda se podem ampliar as suas formas de uso. O Brasil reúne condições favoráveis para tornar a cultura competitiva tanto para atender a demanda interna quanto para o

mercado externo. Para isso, seria necessário aumentar os investimentos no programa de melhoramento para gerar variedades melhoradas e tornar os sistemas de produção mais eficientes. Com isso, disponibilizar material genético melhorado para desenvolver uma rede de produtores de sementes certificadas para atender a demanda dos produtores por cultivares mais produtivas e adaptadas às diferentes condições ecológicas do Brasil.

A ampliação dos trabalhos com técnicas de biologia molecular e engenharia genética e associar essas técnicas com o melhoramento clássico e a definição precisa dos objetivos para obter cultivares específicas, poderia ajudar o melhoramento atingir os objetivos propostos com maior rapidez.

Referências

- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. Rio de Janeiro: USAID, 1971. 381 p.
- ALVES, A. S.; ARAGÃO, W. M.; LOIOLA, C. M.; PEDROSO, C. T. **Produção de frutos de cultivares de coqueiro sob condições de sequeiro nos tabuleiros costeiros do Sul de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 2 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 35).
- ARAGÃO, W. M.; FRANCELINO, J. N.; FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBA, E. A.; SCARANARI, C. **Subsídios técnicos para a produção e comercialização de sementes certificadas de coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003a. 27 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 51). Disponível em: <www.cpatc.embrapa.br/download/D51.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2016.
- ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; MELO, M. F. V. Cultivares de coqueiro para produção de coco seco: coqueiro gigante vs híbridos. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro**

gigante no Nordeste do Brasil. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 37-60.

ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. A.; SIQUEIRA, E. R. Variedades e híbridos do coqueiro. In: ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco: pós-colheita.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v. 1, p. 26-34.

ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. A.; SIQUEIRA, E. R. Variedades e híbridos. In: FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; FERNANDES, M. F. (Ed.). **Coco: produção, aspectos técnicos.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003b. 160 p. (Frutas do Brasil, 27).

ARAGÃO, W. M.; COSTA, A. S. da; SANTOS, H. C. A. C.; PEDROSO, G. T. Florescimento, produção e composição morfológica de frutos de cultivares de coqueiro. **Agrotropica**, v. 14, n. 3, p. 151-158, 2004.

BAVAPPA, K. V. A.; SUKUMARAN, E. K. Coconut improvement by selection and breeding: a review in the light of recent findings. In: NAYAR, N. M. (Ed.). **Coconut research and development.** New Delhi: Wiley, 1983. p. 44-55.

BOURDEIX, R. Etude du déterminisme génétique de la couleur du germe chez le cocotier Nain. **Oléagineux**, v. 43, n. 10, p. 371-374, 1988.

BOURDEIX, R. **La sélection du cocotier (*Cocos nucifera* L.): étude théorique et pratique: optimisation des stratégies d'amélioration génétique.** 193 f. 1989. Thèse (Doctorat en Sciences Biologiques) – Université de Paris Sud Centre D'Orsay, Paris.

BOURDEIX, R.; BAUDOUIN, L.; BILLOTE, N.; LABOUISSSE, J. P.; NOIRET, J. M. Le cocotier. In: CHARRIER, A.; JACQUOT, M.; HAMON, S.; NICOLAS, D. (Ed.). **L'amélioration des plantes tropicales.** Montpellier: CIRAD-ORSTOM, 1997. p. 217-239.

CHASE, M.; KESSELI, R.; BAWA, K. Microsatellite markers for population and conservation genetics of tropical trees. **American Journal of Botany**, v. 83, n. 1, p. 51-57, 1996.

DIAS, B. C. **Subsídios ao grupo de trabalho para elaboração de diretrizes da política nacional de coco (*Cocos nucifera* L.).** Maceió: CEPLAC, 1980. 15 p.

FAO. **Faostat:** data: production: crops: year 2013. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 29 fev. 2016.

FRÉMOND, Y.; LAMOTHE, M. de N. de. Le bloc d'amélioration du cocotier a Port-Bouet. **Oléagineux**, v. 26, n. 2, p. 71-82, 1971.

FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; LAMOTHE, M. de N. de. **Le cocotier.** Paris: Maisonneuve & Larose, 1966. 267 p.

GASCON, J. P.; LAMOTHE, M. Amélioration du cocotier: méthode et suggestions pour une coopération internationale. **Oléagineux**, v. 31, n. 11, p. 479-481, 1976.

HALLAUER, A. R.; DARRAH, L. L. Compendium of recurrent selection methods and their application. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 3, n. 1, p. 1-34, 1985.

HARRIES, H. C. The evolution, dissemination and classification of *Cocos nucifera* L. **Botanical Review**, v. 44, n. 3, p. 265-319, 1978.

LAMOTHE, M. de N. de; SANGARE, A.; MEUNIER, J.; LE SAINT, J. P. Coconut hybrid – Interest and prospects; IRHO contribution to research and development. In: SILAS, E. G.; ARAVINDAKHAN, M.; JOSE, A. I. **Coconut breeding and management.** Vellinakkara: Kerala Agricultural University, 1991. p. 26-38.

LAMOTHE, M. de N. de; WUIDART, W.; ROGNON, F.; SANGARÉ, A. La fécondation artificielle du cocotier. **Oléagineux**, v. 35, n. 4, p. 193-206, 1980.

LEBRUN, P.; N'CHO, Y. P.; BOURDEIX, R.; BAUDOUIN, L. Le cocotier. In: HAMON, P.; SEGUIN, M.; PERRIER, X.; GLASZMAN, J. C. (Ed.). **Diversité génétique des plantes tropicales cultivées.** Montpellier: CIRAD, 1999. p. 219-239.

LIYANAGE, D. V. **Intra-specific hybrids in coconut:** I. Preliminary report on crops between typica and nana varieties. Ceylon: Coconut Research Institut, 1956. 16 p. (Bulletin, 7).

MIRANDA FILHO, J. B. **Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com ênfase na produtividade e no porte da planta.** 115 f. 1974. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MIRANDA JÚNIOR, J. P. de. Floração e frutificação do coqueiro da praia. **Boletim do IPEAL**, v. 2, n. 1, p. 1-25, 1955.

MORGANTE, M.; PFEIFFER, A.; COSTACURTA, A.; OLIVIERI, A. M. Molecular tools for population and ecological genetics in coniferous trees. **Phyton**, v. 36, n. 3, p. 129-138, 1996.

N'CHO, Y. P.; SANGARÉ, A.; BOURDEIX, R.; BONNOT, F.; BAUDOUIN, L. Evaluation de quelques écotypes de cocotier par une approche biométrique: I. Etude des populations de grands. **Oléagineux**, v. 48, n. 3, p. 121-132, 1993.

- NASS, L. L.; MIRANDA FILHO, J. B.; SANTOS, M. X. Uso de germoplasma exótico no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos & melhoramento – plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 101-122.
- NINAN, C. A.; SATYABALAN, K. A study of natural self and cross (Dwarf x Tall) progenies of dwarf coconuts of the West Coast of India and its bearing on the genetics of the dwarf and the putative hybridity of their off-type progenies. **Caryologia**, v. 17, p. 77-91, 1964.
- OHLE, J. G. **Coconut**: tree of life. Rome: FAO, 1984. 446 p.
- PANDALAI, K. M.; SATYABALAN, K. Mass production of coconut hybrids call for cautious approach. **Coconut Bulletin**, v. 19, n. 6, p. 173-176, 1965.
- PANNETIER, C.; BUFFARD-MOREL, J. Coconut palm (*Cocos nucifera* L.). In: BAJAJ, Y. P. S. (Ed.). **Biotechnology in agriculture and forestry**. Berlin: Springer Verlag, 1986. p. 430-458.
- PATEL, J. S. Coconut breeding. **Proceedings of Association of Economic Biologists**, v. 5, p. 1-16, 1937.
- PURSEGLOVE, J. W. **Tropical crops monocotyledons**. London: Longman, 1972. 607 p.
- RIBEIRO, F. E. **Divergência genética entre populações de coqueiro-gigante (*Cocos nucifera* L.) do Brasil**. 84 f. 1993. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- RIBEIRO, F. E. **Diversidade genética molecular em populações de coqueiro gigante do Brasil (*Cocos nucifera* L.)**. 89 f. 2005. Tese (Doutorado) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- RIBEIRO, F. E.; BAUDOUIN, L.; LEBRUN, P.; CHAVES, L. J.; BRONDANI, C.; ZUCHI, M. I.; VENCOSKY, R. Population structures of Brazilian tall coconut (*Cocos nucifera* L.) by microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 33, n. 4, p. 696-702, 2010.
- RIBEIRO, F. E.; BAUDOUIN, L.; LEBRUN, P.; CHAVES, L. J.; BRONDANI, C.; COSTA, E. F. N.; VENCOSKY, R. Genetic diversity in Brazilian tall coconut populations by microsatellite markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 13, n. 4, p. 356-362, 2013.
- RIBEIRO, F. E.; LEAL, M. de L. da S.; ARAGÃO, W. M.; REZENDE, A. de M. Caracterização de populações de coqueiro gigante no Meio-Norte do Brasil. **Revista Científica Rural**, v. 6, n. 2, p. 84-93, 2001.
- RIBEIRO, F. E.; SIQUEIRA, E. R. de. **Introdução, coleta e conservação de germoplasma de coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1995. 15 p. (Embrapa-CPATC. Documentos, 3).
- RIBEIRO, F. E.; SIQUEIRA, E. R. de; ARAGÃO, W. M. Coqueiro. In: BRUCKNER, C. H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 225-249.
- RIBEIRO, F. E.; SOARES, A. R.; RAMALHO, M. A. P. Caracterização física dos frutos de cinco populações de coqueiro gigante (*Cocos nucifera* L.) no Nordeste do Brasil. **Revista Científica Rural**, v. 2, n. 1, p. 28-34, 1997.
- RIBEIRO, F. E.; SOARES, A. R.; RAMALHO, M. A. P. Divergência genética entre populações de coqueiro gigante do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1615-1622, 1999.
- ROGNON, F. Biologie florale du cocotier, durée et succession des phases mâles et femelles chez divers types de cocotiers. **Oléagineux**, v. 31, n. 1, p. 13-18, 1976.
- SANGARÉ, A.; ROGNON, F.; LAMOTHE, M. de N. de. Les phases mâles et femelles de l'inflorescence de cocotier: influence sur le mode de production. **Oléagineux**, v. 33, n. 12, p. 609-617, 1978.
- SIQUEIRA, E. R. de; FRANÇA-DANTAS, M. S. **Melhoramento genético do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Brasil**. Aracaju: Embrapa-UEPAE de Aracaju, 1984. 19 p. (Embrapa-UEPAE Aracaju. Documentos, 2).
- SIQUEIRA, L. A. de; SIQUEIRA, E. R. de; RIBEIRO, F. E. Comportamento de híbridos de coqueiro no Nordeste do Brasil. **Plantations Recherche Développement**, v. 2, n. 1, p. 48-53, 1995.
- WEIR, B. S. **Genetics data analysis**: II. Methods for discrete population genetic data. Sunderland: Sinauer Associates, 1996. 455 p.
- WUIDART, W.; ROGNON, F. La production de semences de cocotier. **Oléagineux**, v. 36, n. 3, p. 131-137, 1981.

Capítulo 3

Desenvolvimento de cultivares

Wilson Menezes Aragão

Semíramis Rabelo Ramalho Ramos

Joana Maria Santos Ferreira

Edson Eduardo Melo Passos

Introdução

Para melhorar a produtividade e a sustentabilidade da exploração do coqueiro no Brasil, um dos principais desafios é o desenvolvimento de cultivares superiores para características de importância agrônômica, como: precocidade, produção e qualidade do fruto e de seus componentes fibra, coque, albúmen sólido (polpa) e albúmen líquido (água de coco), tolerantes ou resistentes a estresses bióticos e abióticos, além de adaptadas e com maiores estabilidade e uniformidade de produção em diferentes ambientes. Para tanto, programas de melhoramento genético devem ser estabelecidos de forma sistemática, contínua, ágil e eficiente no emprego coordenado de diversas estratégias. Nesse contexto, é importante a existência de variabilidade genética assim como o emprego de estratégias de melhoramento baseadas tanto no modelo clássico quanto na aplicação conjunta de modernas técnicas de biotecnologia como marcadores genéticos de DNA.

A variedade de coqueiro-gigante é a mais explorada economicamente nos países

que cultivam o coqueiro para a produção de fibra e óleo. Entretanto, está sendo substituída gradativamente pelo híbrido intervarietal de coqueiro-anão x coqueiro-gigante. Em pesquisa desenvolvida pela Rede Internacional de Recursos Genéticos de Coco (Cogent), considerando as comunidades de coco da Ásia e do Pacífico, constatou-se que 55,6% dos entrevistados declararam preferir os híbridos; 28,3% preferiram os gigantes locais ou melhorados e apenas 16,0% os anões. As principais razões pela maior aceitação dos híbridos em relação ao gigante foram a mais alta produção de frutos, o florescimento precoce e o bom tamanho do fruto (Batugal, 2005).

O primeiro híbrido de coqueiro foi relatado em 1928: um híbrido intravarietal de anão x anão (cruzamento entre o coqueiro-anão-de-fiji e o coqueiro-anão-da-malásia). Posteriormente, baseado nos resultados das primeiras hibridações intervarietais de anão x gigante, alguns países incluíram nos cruzamentos o coqueiro-anão-da-malásia e variedades de gigantes locais ou importadas. A estratégia era combinar as vantagens de precocidade da variedade anã com a adaptação da variedade gigante local. Também, híbridos intravarietais foram desenvolvidos – pelo cruzamento entre coqueiro-gigante x coqueiro-gigante, que apresentavam elevada produção de copra (Parham, 1968; Arnold; Harries, 1979; Arunachalam; Rajesh, 2008).

No Brasil, da mesma forma como nos outros países, também está ocorrendo uma diminuição gradativa na exploração do coqueiro-gigante, que está sendo substituído

tanto pelo híbrido intervarietal quanto pelo coqueiro-anão, neste caso, para exploração de água de coco (Aragão et al., 1999, 2002b, 2009). Independente da cultivar demandada pelo produtor de coco, o importante é que, além de recomendada pelas instituições de pesquisa, suas sementes sejam procedentes de campos de plantas estabelecidos de acordo com as normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (Aragão et al., 2003a, 2004).

Variedades de coqueiro

O coqueiro, *Cocos nucifera* (L.), pertence à família Arecaceae e à tribo Cocoseae. Essa espécie se caracteriza por apresentar três ou mais poros localizados no endocarpo do fruto (Gunn, 2002 citado por Bourdeix et al., 2005), especificamente, na extremidade que está ligada à espiguetta do cacho. É através de um desses poros que ocorre a germinação da semente, formando a plântula. Raramente há desenvolvimento de mais de um embrião nas variedades coqueiro-anão e coqueiro-gigante.

Coqueiro-anão

O coqueiro-anão apresenta características morfológicas, fisiológicas e agrônomicas importantes para exploração comercial. Contudo, a sua destinação nos principais países produtores de coco é, basicamente, para fins ornamentais e para o emprego em programas de melhoramento, cujo objetivo é a produção de sementes de híbridos intervarietais. No Brasil, além dessas utilidades, tem como principal destino

o mercado de água de coco in natura e agroindustrial. Essa variedade é constituída pelas cultivares anão-amarelo, anão-verde e anão-vermelho.

Em geral, a germinação das sementes de coqueiro-anão é rápida, o pico ocorre entre 40 a 50 dias após a semeadura. Apenas o anão-vermelho-dos-camarões (AVC), pelo fato dos frutos terem o endocarpo (coque) mais espesso e duro (lenhoso), apresenta o pico da germinação das sementes de forma mais tardia: entre 60 a 70 dias (Rabelo et al., 2006).

Quando do desenvolvimento de cultivares de coqueiro (anões, híbridos intravarietais de anões e intervarietais anão x gigante), é importante atentar para as características relacionadas à altura da planta e tamanho de folha. Cultivares de coqueiro que apresentam essas características facilitam os trabalhos de colheita dos frutos, controle de pragas, entre outros, assim como permitem o adensamento de plantio, aumentando assim a produtividade de frutos por área. Entre os anões, o anão-verde-do-brasil-de-jiqui (AVeBrJ) e o anão-vermelho-dos-camarões (AVC) apresentam em relação aos demais anões (amarelo e vermelho), menores comprimentos da estipe (Passos; Passos, 2003; Loiola et al., 2008) e das folhas (Aragão et al., 2012), constituindo-se, portanto, em cultivares promissoras.

Vale salientar que as cultivares de coqueiro-anão podem emitir até 18 folhas por ano, com comprimento médio em torno de 5 m, e, conseqüentemente, lançar 18 inflorescências por ano (Passos, 1998) ou de 15 a 20

inflorescências por ano (Aragão et al., 1998, 2001a), com emissão média de 1,5 inflorescência por mês no intervalo aproximado de 20 dias. Entretanto, esse intervalo nas condições do litoral do Nordeste é maior no inverno (22 dias) e menor no verão (18 dias) (Aragão et al., 2002b). Também nessas condições, o florescimento é precoce, variando entre 2 anos e 5 meses – anão-amarelo-da-malásia (AAM), AVeBrJ e AVC; 2 anos e 7 meses – anão-amarelo-do-brasil-de-gramame (AABrG) e anão-vermelho-do-brasil-de-gramame (AVBrG); a 2 anos e 9 meses – anão-vermelho-da-malásia (AVM) – (Aragão et al., 2002a). A reprodução do coqueiro-anão é predominantemente autógama, com taxa de fecundação igual ou superior a 95%. Apenas no anão-verde a taxa de autofecundação pode ser menor que 95%, e isso ocorre em função da fase feminina começar mais tarde, em torno de 10 a 12 dias após a abertura natural da inflorescência e ter duração média, de 5 dias, comparando-se com as demais cultivares de anão. Segundo Bourdeix (1988), o anão-verde é o que possui a menor taxa de autofecundação entre os anões, com valores máximos de 94,3%.

A produção de frutos dos anões, quando cultivados com tecnologia, nas condições dos Tabuleiros Costeiros e Baixada Litorânea do Nordeste do Brasil, pode ser de 150 ou mais frutos por planta por ano e alcançar até 250 frutos por planta por ano ou mais na região semiárida do Nordeste, a exemplo de Petrolina, PE, e Sousa, PB. Nessas condições, os frutos podem alcançar valores de peso mais elevados no

período entre 6 a 8 meses (AABrG, AAM e AVC) ou 6 a 9 meses (AVBrG, AVM e AVeBrJ) após o processo reprodutivo, e ter esses valores reduzidos, em média, à metade (50,4%), no estágio final de seu desenvolvimento aos 12 meses (Tabela 1) (Aragão, 2002; Aragão et al., 2002b). Aos 7 meses de idade, a composição média dos componentes do fruto, avaliada nas seis cultivares de coqueiro-anão, foi de 64,3% para a casca mais fibra branca (fibra do fruto verde) e de 19,0% para a água de coco (Tabela 2) e aos 12 meses de maturação (fruto seco), de 44,2% para a casca mais fibra, de 27,8% para o albúmen sólido (polpa) e em proporções menores de 15,1% para o albúmen líquido (água de coco) e 12,8% para o coque (Aragão et al., 2001d, 2005c; Aragão, 2002; Loiola et al., 2005a, 2005b). Segundo esses autores, a diminuição gradativa na proporção de água, a partir dos meses de maiores produções, é ocasionada pela sua absorção para a formação do albúmen sólido e perda por evaporação.

No Brasil, o coqueiro-anão é muito utilizado para produção e consumo in natura e agroindustrial da água do coco-verde, por apresentar uma qualidade sensorial de sabor superior em relação aos coqueiros gigante e híbrido, ser rica em minerais, principalmente em potássio, apresentar baixo valor calórico (entre 20 kcal 100 g⁻¹ e 30 kcal 100 g⁻¹), ser pobre em gordura e não possuir colesterol. A água é muito utilizada na alimentação e nutrição, na biotecnologia e na medicina.

A água de coco da variedade anã, independentemente da cultivar (AVC, AVBrG, AABrG

Tabela 1. Peso dos frutos de seis cultivares de coqueiro-anão no período entre 6 meses (fruto verde) e 12 meses (fruto seco). Aracaju, SE, 2016.

Idade (mês)	Peso do fruto (g)					
	AABrG	AAM	AVeBrJ	AVBrG	AVC	AVM
6	1.285,5	1.325,2	1.616,3	1.479,0	1.100,4	1.347,1
7	1.270,4	1.749,8	1.759,7	1.483,9	1.426,3	1.663,7
8	1.146,6	1.007,4	1.626,3	1.240,8	1.392,3	1.532,4
9	889,2	900,2	1.306,1	1.088,3	940,2	1.181,9
12	798,5	612,7	830,1	784,3	653,0	948,4

Nota: AABRG = anão-amarelo-do-brasil-de-gramame; AAM = anão-amarelo-da-malásia; AVeBrJ = anão-verde-do-brasil-de-jiqui; AVBrG = anão-vermelho-do-brasil-de-gramame; AVC = anão-vermelho-dos-camarões; AVM = anão-vermelho-da-malásia.

Tabela 2. Peso e composição média dos frutos de seis cultivares de coqueiro-anão nos pontos de colheita de fruto verde para água de coco e fruto seco. Aracaju, SE, 2016.

Idade (mês)	Composição do fruto (%)				
	Peso do fruto (g)	Casca + fibras	Coque	Albúmen sólido	Albúmen líquido
7	1.559,0	64,3	7,5	9,1	19,0
12	771,2	44,2	12,8	27,8	15,1

AAM, AVM e AVBrJ), começa a se formar em torno de 2 meses após os fenômenos reprodutivos de polinização e fecundação e atinge o volume máximo nos frutos entre 6 (AVC) a 9 meses (AVeBrJ) de idade. O volume médio de água registrado para as cultivares AABrG, AAM, AVBrG, AVC, AVM e AVeBrJ, nessa faixa de idade, foi de 266,7 mL, 316,6 mL, 331,0 mL, 361,7 mL, 388,4 mL e 394,6 mL, respectivamente (Aragão et al., 2001c, 2001d, 2005c; Aragão, 2002; Loiola et al., 2005a, 2005b). Nesse período de maior volume de água no fruto do coqueiro-anão, a água de coco apresenta pH ácido (de 4,93 a 5,82), potássio alto (de 179,2 mg 100 g⁻¹ a 198,8 mg 100 g⁻¹), teor de sólidos solúveis entre 6,16 ° Brix a 5,06 ° Brix e taxas altas dos

açúcares não redutores: glicose (1,95 g 100 g⁻¹ a 2,96 g 100 g⁻¹) e frutose (3,25 g 100 g⁻¹ a 2,09 g 100 g⁻¹). Essas características conferem maior valor sensorial de sabor à água, o que indica ser essa a fase em que os frutos de coqueiro-anão devem ser colhidos para consumo de água de coco (Aragão et al., 2001c, 2002b; Aragão, 2002).

Após o período de maior produção de água, o volume no fruto se mantém relativamente constante por um curto período de tempo, diminuindo gradativamente até o estágio de fruto seco (12 meses), o que representa para o coqueiro-anão uma redução de 34,7%, maior que a registrada no coqueiro-gigante (27,09%) e menor que a do coquei-

ro-híbrido (41,91%) (Aragão, 2002; Aragão et al., 2002b). A redução do volume da água no fruto do coqueiro é acompanhada pela redução na acidez e nos teores de sólidos solúveis, de açúcares redutores (como glicose e frutose), de vitamina C, de proteínas, de aminoácidos e de minerais (como o magnésio), e pelo aumento nos teores de açúcar não redutores (como a sacarose) e dos minerais (como cloro, fósforo e sódio). O pH ácido e os minerais, como cálcio, potássio e ferro, são relativamente constantes na água de coco, independente da idade do fruto (Aragão et al., 2002b). Também, segundo Aragão (2002), ocorre um aumento das enzimas polifeniloxidase e peroxidase, as quais tornam a água turva e de sabor adstringente, e, portanto, do ponto de vista sensorial, menos demandada para consumo humano.

Apesar disto, o interesse pela água do fruto seco tem aumentado ultimamente no Brasil, principalmente para ser misturada à própria água do fruto verde ou adicionada ao suco do fruto de outras espécies frutíferas. Esse interesse é também importante do ponto de vista agroecológico, pois segundo Rosário (1979), a eliminação das cascas de coco-verde ou seco na natureza, principalmente nos rios, favorece a inserção de sólidos, que, dissolvidos na água, servem de substrato para vários microrganismos que afetam o solo de maneira negativa, causando assim, problemas ambientais.

O coqueiro-anão apresenta variabilidade genética para produzir entre 350 g a 400 g de polpa, independentemente da cultivar (AVC, AVBrG, AABrG AAM, AVM e AVBrJ).

Essas são as exigências de peso, tanto para uso na culinária quanto para as agroindústrias de coco-ralado e leite de coco (Aragão et al., 2001b, 2003b). O peso médio da polpa de plantas selecionadas de AVeBrJ foi de 399,9 g (Freire et al., 2007) e na polpa desidratada a 6% de umidade (copra) o teor de gordura foi de 66,2%, (Passos; Cardoso, 2008; Passos et al., 2009). Os teores de ácidos graxos na gordura, como o ácido láurico do AVC (54,2 mg 100 g⁻¹) e AVM (54,6 mg 100 g⁻¹) são altos e superiores aos teores encontrados no AVeBrJ (48,0 mg 100 g⁻¹) (Aragão et al., 2004).

Os anões apresentam produções semelhantes de fibras brancas (média de 1.152,2 g) e marrons (353,0 g), exceção feita à variedade AVC, que apresenta baixa produção de fibra branca (546,1 g) e marrom (189,7 g), e o AVeBrJ que apresenta maior produção de fibra marrom (541,2 g) (Aragão et al., 2005c).

Todos os acessos de coqueiro-anão, nas condições dos Tabuleiros Costeiros são, em maior ou menor grau, suscetíveis, na fase juvenil da planta, ao ataque da barata-do-coqueiro (*Coraliomela brunnea*). A larva desse besouro se aloja e se alimenta durante todo o seu ciclo na folha ainda fechada do coqueiro (folha-flecha), causando redução da área foliar, o que interfere na fotossíntese e provoca atraso no crescimento e desenvolvimento, assim como no florescimento da planta. Pedroso et al. (2008) e Thierry et al. (2008) não observaram diferença significativa entre as cultivares de coqueiro-anão (AVC, AVBrG, AABrG AAM, AVM e AVBrJ) e a palatabilidade de *C. brunnea*. O consumo médio registrado variou de

2,08 cm² a 2,30 cm² de folha por larva por dia, o que demonstrou que essa praga ataca todas as cultivares, independentemente da coloração. As cultivares AVC e AVM foram as mais e menos palatáveis às larvas, respectivamente.

Essas cultivares mostraram também suscetibilidade ao ácaro-da-necrose (*Aceria guerreronis*), quando avaliadas em plantio safreiro, tanto no período chuvoso quanto no período seco do ano, nas condições dos Tabuleiros Costeiros. Os frutos das cultivares AVeBrG, AVC e AVM foram os mais atacados pelo ácaro no período seco do ano, e os das cultivares AABrG, AVeBrJ e, principalmente, da AAM, nos meses chuvosos (Ferreira; Passos, 2012). Entre cultivares, verificou-se que a AVeBrJ foi a que apresentou o menor índice de severidade de dano em todos os períodos estudados e o maior percentual de frutos comercializáveis (51% a 80%). Já a cultivar AAM foi a que registrou os maiores índices de severidade da praga em todos os períodos.

As cultivares de coqueiro-anão são, também, bastante suscetíveis aos ataques de insetos sugadores, raspadores, minadores, desfolhadores, brocas e de outras espécies de ácaros. E, de um modo geral, são suscetíveis a:

- **Doenças letais** – podridão-seca (doença de etiologia ainda indefinida); murcha de fitomonas (agente causal o protozoário *Phytophthora* sp.); anel-vermelho (agente causal o nematoide *Bursaphelenchus cocophilus*).

- **Doenças foliares** – queima das folhas (agente causal o fungo *Botryosphaeria cocogena*); lixa-grande (agente causal *Coccothromopsis palmicola*); e lixa-pequena (agente causal o fungo *Camarotella torrendiella*) (Warwick; Bezerra, 1990).

- **Resinose** – agente causal o fungo *Thielaviopsis paradoxa* (Ferreira, 2007; Ferreira et al., 2009).

A cultivar AVeBrJ foi considerada por Warwick e Bezerra (1990) tolerante à doença queima das folhas.

Do ponto de vista fisiológico, estudos realizados por Passos et al. (2005) sob respostas fisiológicas ao estresse hídrico com as cultivares AVC, AABrG, AAM e AVeBrJ mostraram que na estação chuvosa, mesmo nos dias em que a radiação solar foi limitante, os valores da condutância estomática (Gs), transpiração (E) e fotossíntese (A) foram maiores que os da estação seca nas quatro cultivares. Observou-se, também, que mesmo sob condições hídricas favoráveis, ocorreu redução nos valores das trocas gasosas (Gs, E e A) ao meio-dia nas quatro variedades, indicando alta sensibilidade do coqueiro-anão para o cultivo em sequeiro e a prática da irrigação como essencial para a manutenção de um balanço hídrico e de carbono mais favoráveis na variedade de coqueiro-anão.

A variedade AVC mantém elevadas fotossíntese e transpiração, sofrendo forte redução no potencial hídrico-foliar e apresentando menor eficiência no uso da água durante a estiagem de verão. A assimilação

do AVeBrJ foi a mais reduzida, mantendo, todavia, a maior eficiência no uso da água sob condições de seca.

A utilização de técnicas de análise de DNA por meio de marcadores moleculares é também de grande importância para o processo de desenvolvimento de cultivares. As técnicas utilizadas permitem, entre outras, estimar a existência e quantificar a variabilidade genética dentro e entre cultivares, inferir sobre a divergência genética e, com base nisso, indicar as combinações híbridas que possam conferir maior efeito heterótico e que possam resultar na obtenção de híbridos superiores de acordo com os objetivos do programa. Vale ressaltar que, quanto mais divergentes os progenitores, maior a possibilidade da heterose ou vigor híbrido. A heterose foi definida por Shull (1909), para designar o vigor de híbrido manifestado em gerações heterozigotas derivadas de cruzamento entre indivíduos não endogâmicos e geneticamente divergentes. Existem relatos na literatura sobre a manifestação da heterose em coqueiro para a produção de frutos, precocidade, resistência a pragas e doenças, número de folhas, circunferência do estipe (Santos et al., 1982) e porcentagem de germinação (Farias et al., 2002).

Atualmente, existem diversas metodologias de análise de DNA, e uma das mais modernas e utilizadas é a de microssatélites (SSR). No Brasil, por meio dessa técnica, foi efetuada a análise do DNA em populações de coqueiros-anões-verdes, amarelos e vermelhos, com o objetivo de analisar a variabilidade genética entre e dentro os acessos

de coqueiro-anão conservados no Banco Internacional de Coco para a América Latina e Caribe (ICG-LAC), da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Moretzsohn et al., 2001). Trabalhos posteriores foram realizados com acessos e populações de coqueiro-anão de algumas regiões do País, e foi possível estimar a diversidade genética entre os acessos (Azevedo, 2014), identificar marcadores SSR que possibilitem o reconhecimento de híbridos intravarietais, obter *DNA fingerprinting* via marcadores SSR das populações e verificar a legitimidade de sementes híbridas de coqueiro-anão por meio das marcas identificadas (Azevedo, 2015), que podem se manifestar, através da dominância parcial dos genes, da dominância completa dos genes ou ainda da sobredominância. A análise de DNA tem sido bastante utilizada na avaliação do germoplasma de coqueiro, pelo fato de ser uma molécula cuja expressão não é afetada pelas condições ambientais e, portanto, ser relativamente estável (Ashburner; Rohde, 1993), além de fornecer uma gama de informações genéticas muito importantes para os trabalhos de desenvolvimento de cultivares de coqueiro.

Estudos anteriores da diversidade genética de seis acessos de coqueiro-anão através de descritores morfológicos e agronômicos e aplicando o método de agrupamento *unweighted pair-group method using arithmetic average* (UPGMA) permitiram a formação de três grupos principais: o primeiro formado pelos acessos AVM, AVBrG, AABrG e AAM; o segundo pelo acesso AVeBrJ; e o terceiro pelo AVC (Cambui et al., 2007; Sobral et al., 2012). Nos programas de hi-

bridação intravarietal, os acessos AVeBrJ e AVC podem ser mais indicados por serem os mais divergentes entre si.

Coqueiro-gigante

O coqueiro-gigante é uma variedade considerada rústica e mais tolerante ou resistente às condições de estresse ambiental. Apresenta porte alto na idade adulta (20 m a 30 m); florescimento tardio, em média de 6 anos após o plantio definitivo; possibilidade de emitir na idade adulta entre 12 a 14 inflorescências por ano (Passos, 1998); e sistema reprodutivo alogâmico, podendo ser obrigatório, dependendo do ecótipo de coqueiro-gigante (Rognon, 1976; Sangaré et al., 1978; Fontenelle; Aragão, 1998). Com aplicação de tecnologia, chega a produzir, em média, 60 a 80 frutos por planta por ano, de tamanho médio a grande. O pico de germinação das sementes do gigante-do-brasil-da-praia-do-forte (GBrPF) ocorre depois de 90 dias após colocação no germinadouro (Rabelo et al., 2006).

A água de coco no coqueiro-gigante também começa a se formar 2 meses após os fenômenos reprodutivos. O pico de produção varia entre 7 meses no gigante-de-rotuma (GRT) (739,4 mL); 8 meses no gigante-da-malásia (GML) (423,4 mL), no GBrPF (516,7 mL), no gigante-da-polinésia (GPY) (656,6 mL), no gigante-de-tonga (GTG) (681,5 mL) e no gigante-de-rennel (GRL) (1.149,3 mL); e 9 meses no gigante-do-oeste-africano (GOA) (304,0 mL) (Aragão et al., 2009). A produção média de água de coco desses acessos no fruto seco (fruto com

12 meses) é, em média, de 142,8 mL, representando apenas 27,1% em relação à média de seus picos de maiores produções de água de coco (Aragão et al., 2009).

Chattopadhyay et al. (2013), trabalhando com dez cultivares de coqueiro-gigante para avaliar durante 2 anos o volume e a qualidade de água em frutos colhidos nas idades de 5, 6, 7 e 8 meses, determinaram que os maiores volumes de água (268 mL), de açúcar redutor (4,26 g 100 mL⁻¹) e de potássio (353,9 mg 100 mL⁻¹) e a menor acidez na água ocorreram em frutos com 7 meses, enquanto o pH, TSS, açúcar total, açúcar não redutor, nitrogênio e fósforo foram mais altos na água dos frutos com 8 meses de maturidade. Os autores concluíram que os gigantes da Jamaica, GOA e de Zanzibar, foram as cultivares que apresentaram, aos 7 meses, as maiores quantidades de água, de açúcar e de minerais. Segundo Jayalekshmy et al. (1986), o teor de sólidos solúveis da água do GOA nos meses de maiores produções de água, variou de 5,7 ° Brix a 4,6 ° Brix, e os teores de açúcares redutores de 4,4 g 100 mL⁻¹ a 3,2 g por 100 mL⁻¹ aos 7 meses e 6 meses, respectivamente.

O peso médio do coco-seco das populações encontradas no litoral do Nordeste, denominadas GBrPF, gigante-do-brasil-de-pacatuba (GBrPc), gigante-do-brasil-de-merepe (GBrMe), gigante-do-brasil-de-santa-rita (GBrSR) e gigante-do-brasil-de-são-josé-de-mipibu (GBrSJM) é de 1.610,6 g e o das populações exóticas GOA, GPY, GRT, GTG, GML e GRL é em média de 1.810,0 g. Entre essas populações, GML e GRL apresentaram

as mais altas produções de polpa: 476,8 g e 419,3 g, respectivamente, indicando serem importantes para os programas de melhoramento que considerem essa característica em processo de seleção. Entretanto, apresentam os menores teores de casca com a fibra (GML de 47,3% e GRL de 42,0%) (Ribeiro et al., 1997; Aragão et al., 2009).

Em avaliação preliminar, verificou-se que o teor de óleo na copra de diversas populações de coqueiro-gigante conservadas no banco de germoplasma da Embrapa Tabuleiros Costeiros variou de 63,1% (GRL) a 72,7% (GTG) e o teor do ácido láurico de 48,0% (GBrPF) a 54,1% (GRT) (Minazzi Rodrigues et al., 1995). Resultados similares para o ácido láurico foram obtidos também por Tavares et al. (1998) em nove acessos de coqueiro-gigante, com variação de 49,6% (GVT) a 54,1% (GTG). Os dados acima evidenciam tanto uma variação entre os acessos de coqueiro-gigante para os teores de óleo e de ácido láurico, quanto o maior potencial de algumas populações para esses parâmetros, a exemplo do GTG que apresentou os maiores teores de lipídios (72,66%) e um dos maiores de ácido láurico (53,6%).

Avaliados com relação à pressão das pragas, todos os acessos de coqueiro-gigante conservados no banco de germoplasma mostraram-se suscetíveis, em maior ou menor grau, ao ataque dos insetos desfolhadores, brocas, sugadores, raspadores, minadores e ácaros. O GBrPF mostrou suscetibilidade ao ataque da barata-do-coqueiro com um consumo médio de 2,02 g de folha por larva por dia (Ferreira; Ramos, 2013).

A incidência e severidade do ataque do ácaro-da-necrose no fruto foram determinadas no município de Neópolis, SE, em acessos de coqueiro-gigante com mais de 30 anos de idade. Foram avaliados acessos do grupo Indo-Atlântico e do Pacífico. Nos acessos da costa do Pacífico GTG e GPY, além de menor infestação (92,3% e 95,9%) do ácaro-da-necrose, verificou-se que o grau de severidade foi também menor, (39,6% e 42,3%), em relação aos acessos GOA, GBrMe e GBrPF da costa do Atlântico. Nestes acessos, 100% dos frutos foram infestados e o grau de severidade avaliado em mais de 71% (Ferreira; Ramos, 2013). Diferenças entre populações de coqueiro-gigante foram determinadas também em Cuba (Suarez; Cala, 1992), na Costa do Marfim (Mariau, 1977, 1986; Julia; Mariau, 1979) e na Costa Rica (Schliesske, 1990).

Em geral, os acessos de coqueiro-gigante são também susceptíveis às seguintes doenças: anel-vermelho, resinose, queima e lixa das folhas. Apenas o GPY mostrou tolerância à queima das folhas (Warwick et al., 1994) e pode também ser tolerante à resinose, já que não foi observado sintomas da doença em dois híbridos resultantes de cruzamentos com esse parental masculino (Ferreira, 2007; Ferreira et al., 2009).

Estudos de caracteres fisiológicos da planta realizados por Prado et al. (2001) nos acessos de coqueiro-gigante GBrPF, GOA, GRL, GTG, gigante-de-fiji (GFI) e gigante-de-tahiti (GTA), durante os períodos seco e chuvoso do ano no Platô de Neópolis, SE, indicaram que as taxas mais altas de condutância estomática (Gs), fotossíntese (A) e

transpiração (E) ocorreram nesses acessos no período chuvoso. Já na época seca, enquanto os GFI, GOA, GRL, GTG e GTA apresentaram forte redução na condutância estomática, fotossíntese e transpiração em consequência da redução do potencial hídrico da folha, o GBrPF apresentou menor redução desses valores, indicando um comportamento mais claro de tolerância a seca para esse acesso.

O estudo genético em populações de coqueiro-gigante baseado na utilização de marcadores moleculares tem sido determinado no mundo por meio de várias técnicas, como ISTRs (Rohde et al., 1995; Duran et al., 1997), RAPD (Ashburner et al., 1997; Manimekalai; Nagaraja, 2006), RFLPs e AFLPs (Lebrun et al., 1998; Teulat et al., 2000), SSR (Rivera et al., 1999; Perera et al., 2000; Ribeiro et al., 2010) e ISSR (Zizumbo-Villarreal et al., 2006).

No Brasil, estudos com acessos de coqueiro-gigante conservados no banco de germoplasma foram desenvolvidos por Wadt (1997), Wadt et al. (1997a, 1997b) e Moretzsohn et al. (2001), com marcadores RAPD.

Ribeiro (2005) avaliou a diversidade genética nas populações de coqueiros-gigantes localizados nos estados da Bahia, Sergipe, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão por meio de marcador SSR. Os resultados indicaram que a variabilidade genética estava distribuída entre e dentro das populações, com maior similaridade entre populações geograficamente mais próximas. Mais recentemente, foram utili-

zados marcadores do tipo SSR para analisar a distribuição da variabilidade genética de um acesso coletado no litoral norte do Estado da Bahia, conservado em coleções de germoplasma privadas e públicas (Loiola, 2014), o qual é utilizado amplamente como progenitor masculino. Além disso, estudos para estimar a diversidade genética e a relação entre acessos de coqueiro-gigante coletados no Brasil e introduzidos de diferentes regiões geográficas do mundo foram desenvolvidos (Loiola et al., 2016). As análises revelaram a relação genética entre os acessos coletados no Brasil com o acesso procedente da África, assim como entre os acessos do Sudeste da Ásia e Sul do Pacífico. A informação é útil quanto às estratégias de conservação e para guiar o programa de melhoramento genético.

A diversidade e as relações genéticas entre dois acessos de coqueiro-gigante coletados no Brasil e sete acessos introduzidos de diferentes regiões geográficas do mundo foram analisadas, utilizando 25 primers microssatélites, que destes, 19 foram polimórficos e detectaram entre quatro e dez alelos por loco, com média de 6,57 (Loiola et al., 2013b, 2013c, 2014; Ramos et al., 2013). Segundo esses autores, a heterozigosidade observada e esperada variou entre 0,25 e 0,40 no GRL e 0,54 e 0,62 no GPY, respectivamente. A análise da estrutura genética dos 100 indivíduos analisados levou à formação de cinco grupos. O primeiro grupo era formado pelos acessos GBrPF e GBrMe; o segundo grupo, por GTG, GRT e GPY; o terceiro, GML e gigante-de-vanuatu (GVT); e os dois últimos grupos com apenas um acesso cada:

GRL e GOA. A análise da estrutura genética revelou relações genéticas entre os acessos coletados no Brasil e na África e entre os do Sudeste Asiático e do Sul do Pacífico, confirmando a origem comum desses acessos. O agrupamento pelo método do vizinho mais próximo detectou a formação de dois grupos principais e cinco subgrupos, indicando que as relações genéticas dos acessos são fundamentadas nas regiões ecogeográficas. Os resultados evidenciam a maior variabilidade genética dos acessos da região do Pacífico e o surgimento de ecótipos de coqueiro-gigante no Brasil.

Entre populações de GBrPF existentes no banco de germoplasma e nos campos de plantas da Cohibra, CE, e Sococo, PA, coletadas da população original na Bahia, todas apresentam variabilidade genética, mas apenas as do banco de germoplasma e a da Sococo são iguais geneticamente à do GBrPF original (Loiola et al., 2013b, 2013c, 2014; Ramos et al., 2013).

Desenvolvimento de híbridos de coqueiro

A utilização de cultivares melhoradas deve ser a base do programa de fomento à cultura do coqueiro no Brasil. Existem diversos métodos empregados no melhoramento dessa espécie, mas o processo mais rápido e eficiente tem sido o desenvolvimento de híbrido simples intervarietal resultante do cruzamento do coqueiro-anão x coqueiro-gigante (Menon; Pandalai, 1958; Persley, 1992). Além do híbrido simples intervarietal, existem atualmente em nível

experimental, também os híbridos simples intravarietais de coqueiros-anões (AVeBrJ x AABrG; AVC x AVBrG, etc.) e de coqueiro-gigante (GBrPF x GPY, etc.); híbridos triplos intervarietais (AVC x GBrPF x GPY; GBrPF x AVeBrJ x AVC, etc.), que podem vir a se constituir, no futuro, em cultivares importantes na exploração do coqueiro.

Histórico

Os primeiros híbridos de coqueiro foram obtidos em Fiji em 1928 por Marechal (Parham, 1968; Arnold; Harries, 1979) e na Índia em 1932, por Patel (Muliya; Rethinam, 1991). Apesar disso, não se dispõe de maiores informações teóricas e práticas sobre a importância e a utilidade desses híbridos. O primeiro pesquisador a se reportar sobre a heterose em coqueiro híbrido foi Patel em 1937 (Patel, 1938). Contudo, o desenvolvimento de híbridos só tomou impulso no final da década de 1950 e na década de 1960 (Lyianage, 1956; Ninan; Satyabalan, 1964; Pandalai; Satyabalan, 1965; Frémond; Nucé De Lamothe, 1971; Nucé De Lamothe et al., 1980a). A partir desse período, os principais países produtores de coco no mundo, como Filipinas, Indonésia e Índia, basicamente só se interessaram pelo desenvolvimento e implantação de híbridos intervarietais com o objetivo de solucionar seus problemas de produção, controle de pragas e de adaptação edafoclimática (Nucé De Lamothe et al., 1991). Nas Américas, os principais programas de melhoramento estão no Brasil, México, Jamaica e Trinidad Tobago (Persley, 1992).

No Brasil, a Embrapa Tabuleiros Costeiros coordena o programa de melhoramento genético do coqueiro. Entre outras estratégias desse programa, o desenvolvimento de híbridos de coqueiro tem sido prioridade. Aliás, foi por meio da Embrapa que a produção de híbridos, tanto experimentais quanto comerciais, se iniciou efetivamente e tomou um grande impulso no País, principalmente a partir de 1990.

É necessário enfatizar que o processo de hibridação do coqueiro já vinha sendo estudado e planejado para implantação no País desde a década de 1940 por instituições públicas, e a partir da década de 1980, pela iniciativa privada. Miranda Júnior (1955) foi quem iniciou, na década de 1940, nos estados do Rio de Janeiro e Sergipe, as atividades de autofecundação e cruzamento entre plantas de coqueiros comuns.

Na década de 1960, houve a iniciativa do Mapa em estabelecer campo de plantas de AVeBrJ intercalado com o gigante-do-brasil-de-jiqui (GBrJ) para produzir sementes desse cruzamento no Campo Experimental Romeu de Mesquita, Bairro de Jiqui, Natal, RN. O Mapa chegou a produzir sementes híbridas, mas em pequena quantidade, em atendimento à demanda de poucos produtores de coco do estado. Contudo, o projeto foi paralisado e o campo transferido para a responsabilidade da Empresa de Pesquisa do Rio Grande do Norte (Emparn), e só a partir de 1990, através da parceria com a Embrapa, o projeto de produção de sementes do híbrido AVeBrJ x GBrJ foi reiniciado pela empresa. Mesmo após o término dessa parceria, a Emparn continuou o projeto até

o primeiro decêndio do século 21, devido às boas características morfológicas e agromômicas apresentadas por esse híbrido.

Em 1978, a Comissão Estadual de Pesquisa da Lavoura Cacaueira (Ceplac) (Dias, 1980) implantou campos de plantas com o anão-verde prospectado e coletado na região de Una, BA, (AVEBrU) e com as cultivares de coqueiro-anão AAM, AVC, e AVM e do coqueiro-gigante GOA, estas introduzidas da Costa do Marfim. Apesar de todo esse esforço, a Ceplac só desenvolveu sementes experimentais e comerciais do híbrido intervarietal AVEBrU x GOA, a partir de 1993, em parceria com a Embrapa Tabuleiros Costeiros (Ribeiro; Aragão, 2008). O método de produção de sementes híbridas adotado na Ceplac foi o do campo isolado sem proteção da inflorescência.

Na década de 1980, o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) implantou campos de plantas com as cultivares de coqueiro-anão AABrG e AVBrG intercaladas com o GBrPF na Estação Experimental de Itapirema, PE, com o objetivo de produzir sementes dos híbridos intervarietais AABrG x GBrPF e AVBrG x GBrPF pelo método de plantio intercalado de três linhas de coqueiro-anão para uma de coqueiro-gigante. As sementes utilizadas para implantação desses campos foram procedentes de populações prospectadas e coletadas no Brasil, sob a coordenação da Unidade Experimental de Pesquisa de Âmbito Estadual (Uepae) de Aracaju, atualmente Embrapa Tabuleiros Costeiros, por Siqueira e França-Dantas (1984) e Ribeiro e Siqueira (1995). Infelizmente, por limi-

tações burocráticas, esse projeto não foi continuado.

Entre as empresas privadas ligadas à exploração agroindustrial do coqueiro, a Sococo S.A. implantou no início da década de 1980, no município de Moju, PA, campos de plantas homogêneos e isolados de plantios comerciais, com as cultivares de coqueiro-anão AAM, AVC, AVM e AVeBrJ – isolados também entre si – e os gigantes GBrPF, GOA, GPY e GRL, implantados em áreas adjacentes vizinhas. Com exceção das cultivares AVeBrJ e GBrPF, cujas sementes foram procedentes de populações prospectadas pela Embrapa Tabuleiros Costeiros (Siqueira; França-Dantas, 1984), as sementes das demais cultivares de coqueiro foram introduzidas da Costa do Marfim. O objetivo principal desses campos foi o de produzir sementes de híbridos intervarietais para atender, principalmente, ao projeto de implantação e ampliação das áreas com coqueiro da empresa.

A partir de 1987, a empresa privada Metro, atualmente Cohibra, implantou campos de plantas com as cultivares de coqueiro-anão AABrG e AVBrG e do gigante GBrPF, no município de Amontada, CE, com sementes procedentes de populações prospectadas e coletadas pela Embrapa Tabuleiros Costeiros (Siqueira; França-Dantas, 1984), com o intuito de produzir sementes comerciais de híbridos intervarietais de coqueiro. Além desses campos, no final da parceria Embrapa-Metro, em 1999, foram introduzidas sementes do AVeBrJ da Emparn para implantação no ano de 2000, de um campo de plantas de 10 ha, também no muni-

cípio de Amontada. A Cohibra produziu sementes e implantou campo de plantas (aproximadamente 4 ha) entre 2009 e 2010 com o híbrido intravarietal AVeBrJ x AVC e produziu, ainda, sementes comerciais de híbridos intervarietais, no período entre 2009 a 2013, tanto nos seus campos de plantas, quanto através da parceria com a Embrapa-ENT de Petrolina, PE.

A empresa Tecnococo, em 2002, implantou no município de Conde, BA, um campo de plantas com o anão-verde-do-brasil-de-ponta-de-seixas (AVeBrPS) (Ribeiro; Aragão, 2008) para produção de sementes do híbrido intervarietal AVeBrPS x coqueiro-gigante local. Entretanto, somente em 2008 que essa empresa iniciou efetivamente a produção dessas sementes.

Em 2008, a empresa Sococo produziu sementes de híbridos intravarietais de anões (Aragão et al., 2009), os quais atualmente estão sendo avaliados experimentalmente no município de Santa Isabel, PA.

Os últimos programas de hibridação implantados e conduzidos no Brasil ocorreram no período de abril de 2008 a dezembro de 2013, tanto por meio de parcerias privadas quanto público-privadas.

A introdução de sementes comerciais de híbridos produzidos na Estação Experimental de Port Bouet (Abidjan, Costa do Marfim, África), como PB 111 (AVC x GOA), PB 113 (AVC x GRL), PB 121 (AAM x GOA), PB 132 (AVM x GOA) e PB 141 (AVeBrJ x GOA) foram também estimuladas pela Embrapa e parceiros. Esses híbridos foram introduzidos,

principalmente, na região Norte e Nordeste do País.

Objetivos

Um programa de hibridação tem como finalidade não só o desenvolvimento de híbridos superiores para as várias características de importância agrônômica, mas, também, adaptados e com maiores uniformidade e estabilidade de produção a fim de serem incorporados aos diversos agroecossistemas e assim melhorar a produtividade e a sustentabilidade da cocoicultura nacional. Dentre as características de importância agrônômica a serem consideradas num programa de hibridação, destacam-se:

- Florescimento precoce – os híbridos intervarietais utilizados atualmente no Brasil, mesmo explorados com alta tecnologia, florescem em média com 3 ou mais anos de implantados, dependendo da região de exploração. A escolha por plantas precoces, entre e dentro dos acessos de coqueiro-anão e coqueiro-gigante é parâmetro fundamental para desenvolver híbridos intravarietais e intervarietais mais precoces. Existem em outros países acessos de coqueiro-anão mais precoce (Persley, 1992) do que os existentes no Brasil e que podem, por meio de um programa de intercâmbio, ser introduzidos no País para serem utilizados no programa de desenvolvimento de híbridos precoces.
- Porte reduzido – o coqueiro, independentemente da cultivar, apresenta na idade adulta um porte alto ou muito alto, difi-

cultando a limpeza da copa, o tratamento fitossanitário e principalmente a colheita dos frutos, verdes ou secos. Como existe variabilidade genética entre e dentro dos acessos de coqueiro-anão e de coqueiro-gigante para porte, a seleção e emprego de progenitores selecionados para o desenvolvimento de híbridos intravarietais e intervarietais com menores portes é necessário, para atenuar as atividades e minorar as despesas de manejo e colheita de frutos.

- Alta produção de frutos – desenvolvimento de híbridos de coqueiro voltado para esta característica com vistas a atender a atual e crescente demanda do mercado interno e externo pelos principais produtos e coprodutos do coco.
- Alta qualidade de polpa e de água de coco – de forma em geral, os teores de óleo e de ácido láurico da copra e a composição química da água de coco do coqueiro-gigante são mais altos que os das cultivares de coqueiro-anão e a qualidade sensorial de sabor da água do coqueiro-anão superior à do coqueiro-gigante. Como existe variabilidade genética entre e dentro de acessos de coqueiro-gigante para sabor da água, a seleção e emprego de progenitores com qualidade química da polpa e da água de coco intermediária aos dos progenitores e com a qualidade sensorial de sabor próxima a do coqueiro-anão pode resultar em uma cultivar de coqueiro de ampla utilidade para o mercado in natura e agroindustrial.

- Tolerância ou resistência a pragas e doenças – o coqueiro é atacado por várias pragas e patógenos que ocasionam prejuízos significativos à exploração dessa cultura. O controle químico de pragas e doenças, além de caro, polui o solo e a água, podendo causar grandes prejuízos ao ambiente e à saúde humana. Os produtos químicos quando aplicados, a depender de seu efeito residual, podem ser armazenados nos frutos que, se consumidos nessa fase, podem causar problemas sérios à saúde do consumidor. Dessa forma, o desenvolvimento de híbridos tolerantes ou resistentes a pragas e doenças é a estratégia mais indicada dos pontos de vista econômico, ambiental e de saúde humana.
- Eficiência no uso de insumos e tolerância ou resistência às condições de estresse ambiental – o coqueiro é uma planta exigente tanto em solos de boa qualidade física e química (principalmente em nitrogênio e potássio) quanto em água. As reservas mundiais de fertilizantes e a água são recursos naturais finitos, e o Brasil tem alta dependência na importação do potássio (90%) e do nitrogênio (70%), além de que, atualmente, com os problemas climáticos globais, o emprego da água potável na irrigação torna-se cada vez mais questionado (Ramalho; Reis, 2013). Intensificar o programa de melhoramento visando suprir essas necessidades do coqueiro é fundamental para selecionar plantas mais eficientes no uso de fertilizantes e água e mais tolerantes aos estresses hídricos.

Estratégias fundamentais para obtenção de híbridos

Além da caracterização e da avaliação das diversidades fenotípica e genética nos progenitores anões e gigantes, há também de se considerar uma série de estratégias, baseadas tanto no melhoramento tradicional quanto na aplicação da biotecnologia, que podem acelerar o desenvolvimento de híbridos superiores de coqueiro. São estas:

- Ampliação da variabilidade genética – por meio da introdução no País, tanto de novos acessos de coqueiro-anão e coqueiro-gigante quanto de variedades pouco cultivadas, a exemplo da variedade *Aurantiaca* citada por Lyianage (1956). Esta variedade, apesar da pouca utilidade in natura e industrial, pode apresentar características importantes do ponto de vista agrônomo ou de resistência a estresses ambientais ou à incidência de doença importante, que podem ser introduzidas nas cultivares de coqueiro locais, tanto pelos processos de melhoramento como por meio da biotecnologia melhorando essas cultivares.
- Pré-melhoramento – importante em programas de melhoramento genético, pois, além de sintetizar novas populações bases, identificando genes potencialmente úteis nos acessos presentes nos bancos de germoplasmas, também contribui na identificação de novos padrões heteróticos em plantas conservadas, que são fundamentais para os programas que exploram o vigor de híbrido (Nass, 2011), como é o caso do coqueiro.

- Autofecundação do coqueiro-gigante para o desenvolvimento de híbridos uniformes – por ser de reprodução alogâmica, normalmente, as plantas da população cruzam entre si e, em menor intensidade, se autofecundam, consequentemente, seus locos gênicos são predominantemente heterozigotos, significando que apresentam variações genéticas. Essas plantas, uma vez empregadas em cruzamentos, vão originar híbridos muito variáveis para as diversas características de interesse, o que não é recomendado para programas de exploração da cultura. No melhoramento convencional do coqueiro, nos programas de hibridações intravarietal gigante x gigante e intervarietal anão x gigante, primeiro é necessário autofecundar artificialmente o coqueiro-gigante. Nesse caso, o ideal é realizar entre cinco a seis gerações de autofecundações para desenvolver híbridos uniformes para as características desejadas, o que demandaria, mesmo em uma exploração tecnificada, em média de 7,5 a 8,0 anos. Esse processo envolve a autofecundação em si (emasculação, coleta e aplicação do pólen na inflorescência da mesma planta); a produção e colheita da semente; o tempo de formação da muda; o plantio definitivo; o tempo de florescimento e o de maturação do fruto até o estágio de semente, para então se iniciar a segunda geração; e assim sucessivamente. Esse processo tradicional significaria um tempo entre 37,5 a 48,0 anos para completar as gerações de autofecundações recomendadas, o que representaria um tempo demasiadamente longo para a

obtenção de plantas híbridas uniformes. Entretanto, o emprego de apenas uma ou de duas gerações de autofecundações no coqueiro-gigante já melhoraria a uniformidade das características dos híbridos produzidos, em torno de 50% e 72%. Outra técnica importante e mais rápida em relação ao processo tradicional de autofecundação do coqueiro-gigante e bastante utilizada em outras culturas seria a duplicação do número de cromossomas haplóides – por meio da cultura de anteras ou do próprio grão de pólen, etc. – com colchicina (alcaloide extraído de das sementes de *Colchicum autumnale* L.), desenvolvendo plantas de coqueiro-gigante diploides, com os locos em homozigose completa. Após a duplicação, essas plantas seriam regeneradas através do processo biotecnológico de cultivo in vitro, podendo assim ser utilizadas na produção de híbridos superiores uniformes.

- Implantação de rede de avaliação de híbridos em diversos ambientes – o coqueiro apresenta uma condição peculiar de ser cultivado em praticamente todas as regiões do País. O estabelecimento de uma rede de avaliação é um requisito necessário e importante na determinação da adaptação e da estabilidade desses híbridos para facilitar a indicação dos mais promissores para determinado local ou região. Segundo Vencovsky e Barriga (1992) e Cruz e Regazzi (2004), quando não existe interação cultivar x ambiente, significa que essa cultivar se adapta bem aos diferentes ambientes de cultivo. No entanto, a presença dessa interação, na

maioria das vezes, faz com que cultivares promissoras para um determinado local não o seja para outro.

- Avaliação de híbridos intervarietais de cruzamentos recíprocos (anão x gigante e gigante x anão) – importante para determinar nos híbridos que utilizam o coqueiro-gigante como parental feminino, se existe efeito positivo do DNA citoplasmático, em características de importância, como resistência a estresse ambiental, já que o coqueiro-gigante é considerado mais rústico em relação às outras cultivares, nessas condições de estresse.
- Estimativas de herdabilidade e repetibilidade para características vegetativas e reprodutivas e correlações fenotípicas e genéticas entre pares de caracteres – são parâmetros genéticos importantes para se obter, em período de tempo relativamente menor, êxito no programa de melhoramento do coqueiro (Lyianage; Abeywardena, 1957; Siqueira, 1982; Aragão et al., 2001a, 2001b; Farias Neto et al., 2003; Passos et al., 2006; Cambui et al., 2007; Loiola; Aragão, 2007; Carvalho et al., 2008; Sobral et al., 2010a, 2010b, 2010c; Loiola et al., 2013a).
- Biotecnologia (como a engenharia genética) – requisitos importantes nos programas de melhoramento, mas que, infelizmente, em coqueiro ainda tem sido aplicado com pouca intensidade. As técnicas de micropropagação *in vitro* e cultura de embrião, apesar de bastante pesquisadas, os protocolos existentes ainda não são definitivos e seguros na re-

geração do coqueiro. O emprego dessa técnica é de fundamental importância, pois torna possível a introdução de híbridos de coqueiro de qualquer região ou país, ou dos acessos de coqueiro dos bancos de germoplasma internacionais, sem a mínima possibilidade de introdução de qualquer praga ou doença – letal ou não – prejudicial à exploração dessa espécie.

- Marcadores de DNA – são também ferramentas importantes em trabalhos de seleção assistida por marcadores moleculares (Cattaneo, 2003), na confecção de mapas genéticos de ligação (Pereira et al., 1994; Ferreira; Grattapaglia, 1998) e no mapeamento de loci relacionados às características quantitativas (quantitative trait loci - QTL) (Pereira; Lee, 1995; Cavalcanti et al., 2013).

Heterose expressa nos híbridos de coqueiro

As variedades de coqueiro-anão e de coqueiro-gigante e algumas cultivares dentro de cada uma dessas variedades, além de geneticamente distintas, possuem características morfológicas e agrônômicas superiores, que são importantes na exploração do coqueiro. No processo de hibridação entre essas cultivares, o comportamento dos híbridos intervarietais ou intravarietais desenvolvidos para qualquer das características de importância (como florescimento) é medido em relação à média dos progenitores para cada característica, podendo apresentar três tipos de comportamentos, como: a) superior à média dos

progenitores, mas inferior ao progenitor superior; b) igual ao progenitor superior; e c) superior ao progenitor superior. Esse fenômeno é chamado de heterose ou vigor híbrido e depende, segundo Miranda Filho e Viégas (1987), de genes com algum grau de dominância parcial (caso “a”), dominância completa (caso “b”) e sobredominância (caso “c”) e também das diferenças entre as frequências gênicas nas cultivares. Segundo esses autores, a hipótese da dominância pode ser atribuída à concentração de genes favoráveis dominantes de ambas os progenitores, enquanto a da sobredominância – também chamada de heterobeltiose –, à condição heterozigótica dos diversos locos que controlam o caráter.

Para explicar o fenômeno da heterose, toma-se como exemplo o florescimento do coqueiro-anão, que é precoce (Aragão et al., 2002a), floresce em média com 2 anos e 6 meses e é considerada uma variedade superior para essa característica, já o coqueiro-gigante, por ser uma variedade tardia que floresce em média 6 seis anos, é considerada inferior. A média de florescimento desses progenitores é de 4 anos e 3 meses e o do híbrido resultante do cruzamento coqueiro-anão x coqueiro-gigante é de 3 anos e 1 mês, portanto, a cultivar obtida desse cruzamento é mais precoce em relação à média de florescimento dos progenitores e mais tardia que a variedade superior para essa característica, que é o coqueiro-anão. Isso significa que a heterose ou o vigor de híbrido da característica florescimento do coqueiro é a do tipo com dominância parcial dos genes.

Além do florescimento, outras características do coqueiro híbrido intervarietal, cujo vigor de híbrido é explicado pela dominância parcial de genes são: germinação das sementes; circunferência do estipe; porte, número e comprimento de folhas; número e comprimento de folíolos; emissão de inflorescência; comprimento de inflorescência; número de flores masculinas; número e tamanho das flores femininas; fases masculina e feminina; produções de frutos, polpa, água de coco, fibra e coque; tamanho de frutos; teores de óleo e de ácido láurico; teores de potássio da água de coco; entre outras. Normalmente, no híbrido intervarietal, não se observa qualquer característica de importância, cuja heterose seja explicada pela dominância completa dos genes ou pela sobredominância. Apenas o híbrido intravarietal de gigante, GOA x GRL, apresenta a circunferência do estipe maior que a dos progenitores, caracterizando dessa forma, a heterobeltiose.

Vantagens da utilização de híbridos

Híbridos intervarietais, além do florescimento precoce e da produção e tamanho do fruto (Batugal, 2005), apresentam outras características igualmente importantes para sua exploração comercial, como segue:

- A produção comercial de sementes híbridas é uma opção vantajosa para os produtores de sementes e mudas de coqueiro, devido aos preços bem mais elevados do que os praticados na produção

das sementes e mudas de coqueiro-anão e coqueiro-gigante.

- Maior estabilidade e uniformidade de produção quando submetido a diferentes condições ambientais, em relação ao coqueiro-anão e coqueiro-gigante, respectivamente.
- Redução de despesas (em torno de 28%) na implantação e condução do híbrido nas seguintes operações: abertura de cova, adubação, irrigação, manejo, tratamentos culturais, controle de pragas e colheita do fruto em relação a do coqueiro-anão (205 plantas por hectare), devido à menor densidade de plantio do coqueiro híbrido intervarietal (162 plantas por hectare).
- A germinação das sementes híbridas é mais rápida que a germinação das sementes do coqueiro-gigante.
- O porte da planta na idade adulta é menor (em média de 20 m) que a do coqueiro-gigante (altura média 25 m a 30 m).
- O híbrido, quando explorado com base tecnológica, apresenta maior produtividade de frutos (24.000 frutos por hectare) que o gigante (8.580 a 11.440 frutos por hectare) e maior produtividade de alúmen sólido ($4,8 \text{ t ha}^{-1}$) que o coqueiro-anão ($4,0 \text{ t ha}^{-1}$) e o coqueiro-gigante (entre $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ a $2,5 \text{ t ha}^{-1}$).
- O fruto do coqueiro-híbrido apresenta maior produtividade de óleo (entre $2,6 \text{ t ha}^{-1}$ a $3,3 \text{ t ha}^{-1}$) que o coqueiro-anão (entre $1,8 \text{ t ha}^{-1}$ a $2,4 \text{ t ha}^{-1}$) e o coqueiro-gigante (entre $1,3 \text{ t ha}^{-1}$ a $1,7 \text{ t ha}^{-1}$); teor médio

de óleo na copra (66,01%) maior que o do coqueiro-anão (60,0%) e relativamente menor que o do coqueiro-gigante (67,02%), enquanto o teor médio de ácido láurico do coqueiro-híbrido (50,65%) é praticamente igual ao do coqueiro-anão (50,16%) e relativamente menor que o do coqueiro-gigante (52,04%).

- O híbrido tem maior produção de água no fruto verde (em média 500 mL) que o do coqueiro-anão (em média 350 mL) e menor que o do coqueiro-gigante (em média 600 mL). Entretanto, a produtividade de água do híbrido (12.000 L ha^{-1}) é maior que a do coqueiro-gigante (entre 5.148 L ha^{-1} a 6.864 L ha^{-1}) e relativamente menor que a do coqueiro-anão (14.350 L ha^{-1}).
- Do ponto de vista sensorial, a água do coqueiro híbrido é mais saborosa que a do coqueiro-gigante e menos que a do coqueiro-anão.
- A vida útil econômica dos híbridos (50 a 60 anos) é maior que a do coqueiro-anão (30 a 40 anos) e menor que a do coqueiro-gigante (70 a 80 anos).

Métodos de produção de sementes híbridas

A produção de sementes híbridas é uma atividade complexa, sistemática, contínua, constituída de várias etapas sequenciais, exigente de pessoal técnico, mão de obra qualificada e em quantidade, de grande responsabilidade e bastante onerosa. O processo de produção de sementes experimentais e comerciais de híbridos de

coqueiro compreende o método natural ou de plantio intercalado dos progenitores femininos e masculinos e, principalmente, o método isolado sem proteção da inflorescência (Siqueira et al., 1994), conforme descrições no Capítulo 1 da Parte 3 deste livro. Além desses, existe o método recomendado apenas para produção de sementes experimentais, já que o rendimento de sementes por cacho é baixa, ou seja, dois frutos por cacho (Nucé De Lamothe et al., 1980b) ou 0,6 frutos por cacho (Aragão et al., 2002). As etapas desse processo são semelhantes às do método isolado sem proteção da inflorescência (Capítulo 1, Parte 3). Entretanto, no processo com proteção da inflorescência, pelo fato do campo de plantas não ser isolado de qualquer plantio de coqueiro, para produzir sementes fidedignas, necessariamente tem-se que proteger essa inflorescência com saco de lona, imediatamente após a sua abertura forçada e ao processo de emasculação. Esse saco só é retirado no dia seguinte à última aplicação de pólen, que corresponde ao término da fase feminina da inflorescência. O rendimento de frutos por cacho é baixo, devido ao microclima formado no interior do saco, com altas umidade e temperatura, provocando, em geral e de imediato, a queda da maioria das flores antes da polinização, e/ou dos frutos após os processos de polinização e fecundação.

Produção de sementes híbridas pela Embrapa

A Embrapa Tabuleiros Costeiros produziu, sozinha ou por meio de parceria com ins-

tituições públicas e privadas, sementes de coqueiros híbridos intravarietais simples e intervarietais triplos para fins experimentais, e de híbridos intervarietais simples tanto para fins experimentais quanto comerciais. Essas sementes foram produzidas tendo como matrizes as plantas dos acessos conservados no banco de germoplasma em Sergipe ou na Embrapa de Negócios Tecnológicos de Campinas, SP, e de Petrolina, PE, em parcerias com instituições públicas, como a Emparn (1990 e 1995), Ceplac, BA, (1993 a 1997), Fundecitrus (1997 a 2001) e com a empresa privada Metro, CE, (1995 a 1999), atualmente Cohibra. A viabilização financeira desse programa se deu através do estabelecimento de parcerias da Embrapa junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e com as fundações de pesquisa dos estados de Pernambuco e Sergipe, além de contratos de parcerias com a iniciativa privada para produção de sementes experimentais e, principalmente, de sementes comerciais.

Sementes produzidas com matrizes selecionadas dentro do banco de germoplasma de coco

Como os acessos de coqueiro no ICG-LAC estão implantados em áreas adjacentes e vizinhas, além de também próximos a plantios comerciais de coqueiro, o método utilizado na produção das sementes híbridas foi o isolado com a proteção da inflorescência com saco de lona, para não

ocorrer qualquer risco de contaminação por pólen estranho. Os seguintes híbridos foram desenvolvidos nesse campo, no período de 1991 a 1996, e avaliados em campos de plantas estabelecidos na Estação Experimental de Umbaúba, SE, e em empresas privadas:

Híbridos intravarietais simples de coqueiros-anões – anão-verde-do-brasil-de-jiqui (AVeBrJ) x anão-amarelo-do-brasil-de-gramame (AABrG); AVeBrJ x anão-amarelo-da-malásia (AAM); AVeBrJ x anão-vermelho-dos-camarões (AVC); AVeBrJ x anão-vermelho-do-brasil-de-gramame (AVBrG); e AVeBrJ x anão-vermelho-da-malásia (AVM).

Híbridos intravarietais simples de coqueiros-gigantes – gigante-do-brasil-da-praia-do-forte (GBrPF) x gigante-do-oeste-africano (GOA); GBrPF x gigante-da-polinésia (GPY); GBrPF x gigante-de-rennell (GRL); GBrPF x gigante-de-vanuatu (GVT); e GBrPF x gigante-de-tonga (GTG).

Híbridos intervarietais simples com AVeBrJ – AVeBrJ x GBrPF; AVeBrJ x gigante-do-brasil-de-merepe (GBrMe); AVeBrJ x gigante-do-brasil-de-são-josé-de-mipibu (GBrSJM); AVeBrJ x gigante-do-brasil-de-pacatuba (GBrP); AVeBrJ x GOA; AVeBrJ x GPY; AVeBrJ x GRL; AVeBrJ x GRT; AVeBrJ x GTG; e AVeBrJ x GVT.

Híbridos intervarietais triplos – AVBrG x (GOA x GRL) e AVC x (GOA x GRL). O pólen para esses cruzamentos foi coletado do híbrido simples PB 213 (GOA x GRL), introduzido da Costa do Marfim através do IRHO (atual Cirad), e implantado no Brasil pela Embrapa em ensaios (dois em Sergipe e um na Bahia) da rede internacional de avaliação de híbridos de coqueiro.

Sementes produzidas na Embrapa de Negócios Tecnológicos de Petrolina, PE

As sementes experimentais foram produzidas no período entre 1995 a 2003 no campo de matrizes da Embrapa de Negócios Tecnológicos de Petrolina, estabelecido com a cultivar de coqueiro-anão AVeBrJ. O método de hibridação utilizado foi o sem proteção da inflorescência, uma vez que esse campo apresentava as características de homogeneidade e de isolamento requeridas nas normas do Mapa. O pólen para os cruzamentos foi procedente dos acessos de gigante conservados no ICG-LAC de coco. Os seguintes híbridos foram desenvolvidos nesse campo, no período de 1995 a 2003, e avaliados em campos de plantas estabelecidos em plantios comerciais de empresas privadas:

Híbridos intervarietais simples com AVeBrJ – AVeBrJ x GBrPF; AVeBrJ x GBrMe; AVeBrJ x GBrSJM; AVeBrJ x GOA; AVeBrJ x GPY; AVeBrJ x GRL; AVeBrJ x GRT; AVeBrJ x GTG; e AVeBrJ x GVT. Nesse campo foram produzidas, também, sementes comerciais do AVeBrJ x GBrPF.

Sementes produzidas em parceria da Embrapa com instituições públicas

Parceria Embrapa-Emparn

Para a produção de sementes experimentais e comerciais do híbrido intervarietais simples AVeBrJ x GBrJ (híbrido de Jiqui), o

método de hibridação utilizado foi o natural e o campo de plantas foi estabelecido por duas linhas de plantas de AVeBrJ e uma linha do gigante-do-brasil-de-jiqui (GBrJ). As sementes híbridas desenvolvidas nesse campo foram avaliadas em campos de plantas estabelecidos em plantios comerciais das empresas privadas. Atualmente, devido à altura das plantas de AVeBrJ e à implantação na vizinhança de experimentos com outras cultivares de coqueiro, esse campo foi desativado deixando de ser utilizado para produção de sementes híbridas.

Parceria Embrapa-Ceplac

Para a produção de sementes experimentais e comerciais do híbrido intervarietal simples anão-verde-do-brasil-de-una (AVeBrU) x GOA. O campo de plantas era isolado e formado apenas pelo coqueiro-anão-verde da região de Una, BA, por isso a designação. O pólen foi procedente da população de GOA implantada na mesma estação da Ceplac, em Una, em 1978, procedente da Costa do Marfim (Dias, 1980).

Sementes produzidas em parceria da Embrapa com instituições privadas

Parceria Embrapa-Metro-Cohibra

Através dessa parceria ocorrida no período de 1995 a 1999, houve a produção de sementes de híbridos simples intervarietais experimentais e principalmente comerciais

nos campos de plantas de AABrG (10 ha) e AVBrG (10 ha), implantados em áreas vizinhas pela Metro. O método de hibridação utilizado foi o isolado sem proteção da inflorescência, significando que durante o processo, todas as plantas dessas cultivares de anão foram utilizadas sistematicamente, reduzindo ou evitando a possibilidade de suas inflorescências se abrirem naturalmente e, assim, liberar pólen para promover a contaminação da hibridação.

Rede experimental de coqueiros-anões e híbridos

A maioria dos híbridos simples intervarietais desenvolvidos pela Embrapa nos campos experimentais ou por meio das parcerias foram implantados em rede (duas redes de ensaios) nas diversas regiões do País, a partir de 1996. Essas redes faziam parte do projeto do Sistema Embrapa de Gestão (SEG), e os ensaios foram implantados pelas seguintes instituições nos respectivos estados: Embrapa Tabuleiros Costeiros, AL, dois ensaios; Embrapa Tabuleiros Costeiros-Ceplac, BA, dois ensaios; Embrapa Semiárido, PE, um ensaio e Embrapa Tabuleiros Costeiros-IPA, um ensaio; Embrapa Tabuleiros Costeiros-Indústria do Vale, PB, um ensaio; Embrapa Meio Norte, PI, dois ensaios; Embrapa Tabuleiros Costeiros-Emparn, RN, dois ensaios; Embrapa Tabuleiros Costeiros, SE, dois ensaios, Embrapa Tabuleiros Costeiros-Agreste um ensaio e Embrapa Tabuleiros Costeiros-Frutechs um ensaio; Embrapa Agrofloresta, AM, um ensaio; Embrapa Amazônia Oriental, AM, um ensaio (as se-

mentes foram enviadas, mas, por motivo superior o ensaio não foi implantado); Embrapa Amazônia Ocidental-Sococo, PA, um ensaio; Embrapa Cerrado, DF, um ensaio; Embrapa Tabuleiros Costeiros-Emgopa, GO, dois ensaios; Embrapa Tabuleiros Costeiros-Universidade Federal do Mato Grosso, MT, dois ensaios; Embrapa Tabuleiros Costeiros-Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária, ES, um ensaio (as sementes foram enviadas, mas, por motivo superior o ensaio não foi implantado); Embrapa Tabuleiros Costeiros-Epamig, MG, um ensaio; Embrapa Tabuleiros Costeiros-Embrapa ENT de Campinas-Fundecitrus, SP, dois ensaios; e Embrapa Tabuleiros Costeiros-Empresa Estadual de Pesquisa-Emater, PR, um ensaio.

Caracterização morfológica, agronômica e resistência a estresses bióticos dos híbridos de coqueiro desenvolvidos no Brasil

Baseados em descritores estabelecidos para o coqueiro (Descriptors..., 1995), as características morfológicas, fisiológicas, agronômicas e de tolerância ou resistência a pragas e a estresse ambiental das cultivares foram avaliadas em diferentes condições agroecológicas do Brasil.

Germinação de sementes

As taxas de germinação das sementes dos híbridos intervarietais é de 80% a 90%, desde que colhidas entre 11 e 12 meses,

e armazenadas em local sombreado com ventilação pelo período entre 10 a 15 dias para completar a maturação fisiológica. As maiores percentagens de germinação das sementes dos híbridos intervarietais ocorrem, principalmente, no segundo e no terceiro mês após a colocação da semente no germinadouro. Em trabalho desenvolvido por Rabelo et al. (2006) com diversas cultivares de coqueiro, a taxa de germinação total das sementes do híbrido BRS 001 (AVeBrJ x GBrPF) em 4 meses de enviveiramento foi de 83,98%, dos quais, 39,10% ocorreram no segundo mês e 46,60%, no terceiro mês de germinadouro.

Crescimento do estipe

O crescimento do estipe ocorre através da multiplicação de células meristemáticas existentes na gema apical, situada na sua extremidade superior, a qual aumenta, dessa forma, a altura do coqueiro. No coqueiro existe variabilidade genética entre as cultivares de coqueiro para a característica comprimento do estipe (Tabela 3), pois a estimativa do coeficiente de determinação genotípica (bp) ou herdabilidade no sentido amplo (Falconer, 1987) para essa característica foi alta e variou de 0,60 a 1,00 (Loiola et al., 2008). Como os anões AVC e AVeBrJ apresentam menores estipes que os demais anões, todos os híbridos intra-varietais simples e intervarietais simples e triplos, oriundos dos cruzamentos empregando essas cultivares como progenitores femininos, apresentaram menores taxas de crescimento do estipe por ano, quando comparados às dos híbridos com o AABrG,

AAM, AVBrG e AVM, independentemente se utilizados como progenitores femininos ou masculinos (Loiola et al., 2008) (Tabela 3).

Nas condições dos Tabuleiros Costeiros de Umbaúba, SE (Tabela 3), o crescimento médio das estipes do híbrido intervarietal triplo com o AVC e do simples com o AVeBrJ foi menor que o dos híbridos, intervarietal simples e triplo com o AVBrG, principalmente, o do híbrido BRS 003 (Loiola et al., 2008). Ainda de acordo com esses autores, também o crescimento do estipe dos progenitores AVeBrJ e AVC e do híbrido AVeBrJ

x AVC, foi menor que os dos AABrG, AVBrG e demais híbridos intravarietais (Tabela 3).

Nos Tabuleiros Costeiros do Platô de Neópolis, SE, tanto os anões AVeBrJ e AVC em relação aos demais anões, quanto o BRS 001 quando comparados aos demais híbridos intervarietais, como os BRS 003 e BRS 002, apresentaram menores comprimentos dos estipes (Tabela 3) (Loiola et al., 2008).

Em estudos conduzidos na região noroeste de São Paulo, o híbrido BRS 003 apresentou, aos 6 anos de idade, um comprimento

Tabela 3. Crescimento médio (m) do estipe (CME) por ano, de cultivares de coqueiro, avaliadas em dois ensaios no município de Umbaúba (ensaios 1 e 2) e em um ensaio em Platô de Neópolis (ensaio 3) do Estado de Sergipe, 2014.

Umbaúba				Platô de Neópolis	
Ensaio 1 ⁽¹⁾		Ensaio 2 ⁽²⁾		Ensaio 3 ⁽³⁾	
Cultivar	CME (m)	Cultivar	CME (m)	Cultivar	CME (m)
AVC x (GRL x GOA)	0,60	AVeBrJ	0,33	AVC	0,46
AVeBrJ x GBrJ	0,64	AVeBrJ x AVC	0,37	AVeBrJ	0,47
AVBrG x GBrPA	0,70	AVC	0,38	AAM	0,62
AVBrG x GBrMe	0,71	AVeBrJ x AAM	0,41	AABrG	0,62
AVBrG x (GRL x GOA)	0,74	AVeBrJ x AVM	0,41	AVM	0,62
AVBrG x GBrPF ¹	0,74	AVeBrJ x AVG	0,42	AVBrG	0,63
		AVeBrJ x AAG	0,42	AVeBrJ x GBrPF ⁽⁴⁾	0,74
		AABrG	0,44	AVBrG x GOA	0,82
		AVBrG	0,44	AVBrG x GRL	0,82
				AVBrG x GBrPF ⁽⁵⁾	0,83
				AVBrG x GPY	0,84
				AABrG x GOA	0,84
				AABrG x GBrPF ⁽⁶⁾	0,86
				AVBrG x GPY	0,87
Média	0,69		0,42		0,71
Bp ⁽³⁾	0,61		0,92		1,00

⁽¹⁾Média de 6 anos. ⁽²⁾Média de 5 anos. ⁽³⁾Coeficiente de determinação genotípica. ⁽⁴⁾BRS 001. ⁽⁵⁾BRS 002. ⁽⁶⁾BRS 003.

do estipe (2,20 m), com valor superior ao AVeBrJ (1,14 m) e maior que o comprimento do estipe do seu progenitor feminino AVBrG (1,78 m) (Passos et al., 2006).

Em outro experimento conduzido em Amontada, CE, o comprimento médio do estipe de três cultivares de coqueiro-anão e de nove híbridos intervarietais, após aproximadamente 10 anos de implantados, foi de 2,26 m e 3,32 m, respectivamente. Entre os anões, o menor comprimento do estipe ocorreu no AVeBrJ (1,83 m), seguido do AABrG (2,42 m) e do AVBrG (2,54 m). Entre os híbridos, o menor comprimento foi do BRS 001 (2,86 m) seguido do BRS 002 (3,20 m) e do BRS 003 (3,48 m) que entre os nove híbridos estudados foi o que apresentou maior crescimento (Aragão et al., 2012).

Características da folha

O coqueiro-híbrido intervarietal pode emitir entre 14 a 17 folhas por ano (Aragão et al., 2012). As características das folhas de cultivares de coqueiro foram avaliadas por esses autores, no Ceará em plantas com aproximadamente 10 anos de idade (Tabela 4).

Entre os híbridos BRS, o BRS 001 foi o que apresentou menores valores para as características NFV e CF (Tabela 4) (Aragão et al., 2012). Como o BRS 001 apresenta menor porte (Tabela 3) e também menores números de folhas vivas e comprimento do folíolo em relação aos outros BRS e aos demais híbridos (Tabela 4) é provável que essas características o favoreçam na densidade

Tabela 4. Número de folhas vivas, comprimento da folha em metros, número de folíolos e comprimento do folíolo em metros avaliadas em cultivares de coqueiro no Ceará. Aracaju, SE, 2012.

Cultivar	Número de folhas vivas	Comprimento da folha (m)	Número de folíolos	Comprimento do folíolo (m)
AABrG X GOA	26,42	4,91	221,9	1,54
AABrG X GPY	25,85	5,34	226,8	1,50
AABrG X GRL	24,34	4,91	222,4	1,28
AVBrG X GOA	25,37	5,01	232,3	1,35
AVBrG X GPY	25,06	4,93	227,3	1,34
AVBrG X GRL	25,19	4,97	230,5	1,35
AVeBrJ X GBrPF ⁽¹⁾	24,75	4,79	229,3	1,36
AABrG X GBrPF ⁽²⁾	25,22	4,99	229,3	1,32
AVBrG X GBrPF ⁽³⁾	25,17	4,93	225,1	1,32
AABrG	28,08	4,41	194,1	1,17
AVBrG	24,83	4,59	198,3	1,25
AVeBrJ	21,24	4,21	196,2	1,26
Média	25,13	4,83	219,5	1,34

⁽¹⁾BRS 001. ⁽²⁾BRS 002. ⁽³⁾BRS 003.

normalmente recomendada para o plantio, principalmente, em relação à competição por luminosidade. Também, se for realizada nos progenitores, uma seleção rigorosa para as características menor porte e menor comprimento do folíolo, é provável que exista a possibilidade de aumentar a densidade de plantio, tanto do AVeBrJ quanto do BRS 001, sendo necessária experimentação sobre esse assunto para que não ocorra perdas na qualidade dos frutos devido ao adensamento.

Loiola (2009) avaliando o comportamento do cruzamento de dez populações gigantes com o AVeJBr na baixada litorânea (Porto Seguro, BA) e Tabuleiros Costeiros (Platô de Neópolis, SE) não encontrou interação entre cultivares e entre cultivares x locais, para sete características de folha (número de folhas vivas, número de folhas emitidas, número de folhas mortas, comprimento da folha três, comprimento do pecíolo da folha três, número de folíolos da folha três e comprimento do folíolo da folha três).

Florescimento e características da inflorescência

Nas condições dos Tabuleiros Costeiros do Platô de Neópolis, o período de florescimento médio dos híbridos intervarietais variaram de 3 anos a 3 anos e 2 meses, portanto, florescimentos muito próximos (Tabela 5) (Aragão et al., 2002a; Pedroso et al., 2007). Nessas mesmas condições, os progenitores femininos AVeBrJ flores-

ceram em média com 2 anos e 5 meses e os AABrG e AVBrG, em média com 2 anos e 7 meses. Nesses híbridos intervarietais, a heterose expressa para o florescimento tem dominância parcial dos genes (Sangaré et al., 1978; Santos et al., 1982; Aragão et al., 2002a; Pedroso et al., 2007).

Os híbridos BRS 001, BRS 002 e BRS 003 lançam em média 16, 16 e 14 inflorescências por ano, respectivamente (Aragão et al., 2012), portanto, menor que os anões. Segundo Frémond et al. (1969), as plantas de coqueiro que apresentam um maior número de inflorescências por ano e, também, um maior número de flores femininas por inflorescência, representam indivíduos bons produtores de uma população de coqueiro.

Apesar do florescimento mais tardio e dos menores números de inflorescências emitidas por ano e de número de flores femininas, os híbridos apresentam, em termos médios, maiores comprimento e número de ramos florais, em relação aos anões (Pedroso et al., 2007) (Tabela 5). Independente da cultivar, o maior número de flores femininas por inflorescência ocorre na época seca do ano.

Considerando que os coeficientes de determinação genotípica para as cultivares avaliadas são altos para número de flores masculinas (0,70), número de ramos florais sem flores femininas (0,89) e comprimento (0,94), intermediário para número de ramos florais (0,48) e baixo para número de flores femininas (0,06), o que indica, nesse caso, a necessidade do emprego de métodos de

Tabela 5. Florescimento, comprimento, número de ramos florais, número de ramos florais sem flores femininas, número de flores femininas e número de flores masculinas, e relação número de frutos por número de flores femininas, avaliados em cultivares de coqueiro. Sergipe, 2004.

Cultivar	Florescimento (mês)	Comprimento (cm)	Número de ramos florais	Número de ramos florais sem flores femininas	Número de flores femininas	Número de flores masculinas	Relação número de frutos por flores femininas
AABrG X GBrPF ⁽¹⁾	37	96,5	45,2	18,5	22,0	8.999,0	23,4
AABrG X GOA	37	98,5	46,5	15,0	25,7	9.346,0	24,2
AABrG X GPY	37	99,7	38,2	14,7	25,0	8.757,7	23,9
AVBrG X GBrPF ⁽²⁾	37	103,0	36,5	13,7	23,7	7.931,2	23,8
AVBrG X GOA	36	100,0	36,7	13,2	25,7	7.895,5	23,3
AVBrG X GPY	36	94,5	38,5	16,2	22,5	7.928,5	25,3
AVBrG X GRL	38	102,7	36,0	13,2	23,7	8.001,2	22,7
AVeBrJ X GBrPF ⁽³⁾	37	101,2	39,2	14,5	25,7	10.643,0	22,6
Média dos híbridos	37	99,5	39,6	14,9	24,2	8.687,8	23,6
AABrG	31	81,7	31,7	9,5	26,5	8.256,5	18,7
AAM	29	80,0	37,2	9,7	29,5	8.037,0	17,5
AVBrG	31	81,7	33,5	6,7	28,0	6.963,7	19,5
AVC	29	87,2	29,2	4,0	30,2	6.246,5	17,1
AVM	33	82,2	35,5	9,5	28,5	6.233,0	21,5
AVeBrJ	29	85,7	37,2	6,2	33,5	6.906,7	22,4
Média dos anões	30	83,1	34,0	7,6	29,4	7.107,2	19,4

⁽¹⁾BRS 002. ⁽²⁾BRS 003. ⁽³⁾BRS 001.

melhoramento mais complexos (Pedroso et al., 2007). Com isso, a busca por cultivares precoces, dotadas de inflorescências que apresentam maior número de ramos florais, maior número de flores femininas e maior número de ramos florais com flores femininas, e, conseqüentemente, maiores números de frutos, vem sendo priorizada no programa de melhoramento genético do coqueiro no Brasil.

Rendimento do fruto

Produção de frutos

Na idade adulta, os híbridos de coqueiro têm um potencial de produção de 160 frutos por planta por ano (Persley, 1992), podendo chegar até mais, dependendo da aplicação de tecnologias e do ambiente onde for cultivado.

Na região Norte do Brasil e nos estados vizinhos da região Centro-Oeste, o coqueiro híbrido, mesmo sendo cultivado com tecnologia e em local de precipitação alta e bem distribuída no ano, produz em torno de 130 frutos por ano ou um pouco menos, fato atribuído à baixa luminosidade e à nebulosidade intensa registrada no ano nessa região devido ao longo período chuvoso, aliado às altas temperaturas e umidade, que favorecem uma grande incidência de pragas e doenças.

Na região semiárida do Nordeste, a produção de frutos do coqueiro híbrido cultivado em solos profundos dotados de composições físicas e químicas superiores e com irrigação, adubação, entre outras tecnologias,

pode alcançar 150 ou mais frutos por planta por ano, favorecido pela insolação intensa da região na maior parte do ano, pelas altas temperaturas e pelas baixas umidades (que diminuem a incidência de pragas e doenças).

No litoral do Nordeste, região dos Tabuleiros Costeiros que possui, em geral, solos profundos e de baixas qualidades físicas e químicas (Fontes; Wanderley, 2006), o coqueiro híbrido pode atingir produções entre 130 a 150 frutos por planta por ano. Essa região pode ser considerada como intermediária entre as regiões Norte e a semiárida do Nordeste em termos de insolação e de umidade.

No Sudeste, nos estados do Centro-Oeste que apresentam fenômenos climáticos relativamente semelhantes ao Sudeste e parte do Sul, principalmente nas regiões sujeitas a baixas temperaturas, 15 °C ou menos (Passos et al., 2009), ou eventualmente até com ocorrência de geadas, as produções de frutos são menores que nas demais regiões do País.

A produção de frutos na fase inicial de frutificação normalmente é baixa, devido a vários fatores, entre os quais, no caso do coqueiro, é comum que as primeiras inflorescências emitam poucas ou nenhuma flor feminina. No primeiro ano de frutificação e nas condições do Platô de Neópolis, SE, os híbridos intervarietais produziram, em média, 73,3 frutos por planta e os híbridos BRS 001, BRS 002 e BRS 003, em média, 87,5, 72,4 e 66,8 frutos por planta por ano, respectivamente (Aragão et al., 2002b).

Na Costa do Marfim, África, a produção média obtida por planta por ano, nas idades entre 5 a 8 anos, do PB 121 (AAM x GOA) foi de 98,0 frutos e do PB 132 (AVM x GPY) de 77,0 frutos (Sangaré et al., 1978). No Brasil, a média obtida por esses dois híbridos, aos 9 anos de idade, no município de Moju, PA, foi de 83,5 e 78,6 frutos por planta por ano, respectivamente, enquanto a dos híbridos PB 111 (AVC x GOA), PB 141 (AVeBrJ x GOA), PB 113 (AVC x GRL), e PB 123 (AAM x GRL), avaliados no mesmo período e local, foi em média de 90,4, 86,0, 85,1, e 80,7 frutos por planta por ano, respectivamente (Lins et al., 2003).

Nos híbridos BRS, a produção média obtida por planta por ano nas condições dos Tabuleiros Costeiros do Piauí, aos 7 anos de idade, foi de 122,5 frutos no BRS 002 e de 107,33 frutos no BRS 003 superiores as dos híbridos AABrG x GOA e AVBrG x GOA, com 104,75 e 92,0 frutos por planta por ano, respectivamente. Nessas mesmas condições, o híbrido AVeBrJ x GBrJ e seus respectivos genitores AVeBrJ e GBrJ produziram respectivamente, 88,75, 98,5 e 70,25 frutos por planta por ano (Sousa; Noqueira, 2005).

A produção, peso e composição de frutos de nove híbridos intervarietais, com 11 anos de idade são mostrados na Tabela 6. Nota-se que as produções médias de frutos dos híbridos BRS 001 e BRS 002 foram maiores que a produção média do ensaio (108,3 frutos por planta por ano), que, por sua vez, foi um pouco maior do que a do BRS 003 (Aragão et al., 2012).

De acordo com a Tabela 6, pode-se verificar que o híbrido BRS 001 apresentou maiores pesos do fruto, da noz, do albúmen sólido (polpa) e do albúmen líquido (água de coco) em relação aos BRS 002 e BRS 003 e, em geral, aos demais híbridos, bem como maior espessura do albúmen sólido (1,32 cm). É necessário enfatizar que, os frutos secos dos híbridos com o coqueiro-anão-amarelo sempre apresentam peso médio do coque menor que o dos híbridos com os AVBrG e, principalmente, com o do BRS 001 (Tabela 6). Peso menor do coque pode ser uma desvantagem, pois pode ocasionar maiores índices de frutos quebrados no transporte para grandes distâncias (Aragão et al., 2012).

Normalmente, os híbridos desenvolvidos no Brasil apresentam frutos com maior diâmetro polar (média de 17,8 cm) em relação ao diâmetro equatorial (média de 15,7 cm) (Tabela 6), significando que produzem frutos mais alongados do que arredondados, e essa característica é herdada principalmente do coqueiro-gigante, usado como progenitor, o qual sempre produz frutos mais alongados (Aragão et al., 2012).

Fibra do coco

A casca (epicarpo) e a fibra (mesocarpo) são os componentes mais pesados do fruto do coqueiro, independente da cultivar e da idade de colheita. No fruto em idade de colheita para consumo da água de coco (fruto com 6 a 7 meses de idade), a casca e a fibra representam, em média, 62,86% do fruto no coqueiro-anão e 67,98%, nos híbridos, enquanto no fruto seco, 44,16% e 57,28%,

Tabela 6. Dados médios de produção de frutos, com os pesos de: fruto, fibra, noz, coque, albúmen sólido, albúmen líquido, e espessura do albúmen sólido, avaliados em híbridos de coqueiro. Amontada, CE, 2012.

Híbrido	Peso (g)							Espessura (cm)
	Produção de frutos	Fruto	Fibra	Noz	Coque	Albúmen sólido	Albúmen líquido	Albúmen sólido
AABrG x GBrPF ⁽¹⁾	110,8	1.368,3	702,3	666,0	177,6	303,9	184,5	1,28
AABrG x GOA	106,1	1.415,5	720,4	695,2	181,0	313,1	201,1	1,30
AABrG x GPY	108,1	1.415,2	693,3	721,8	181,7	331,3	208,9	1,31
AABrG x GRL	113,7	1.435,9	708,2	727,6	186,6	329,8	211,2	1,31
AVBrG x GBrPF ⁽²⁾	105,7	1.411,8	710,9	700,9	191,3	309,1	197,8	1,30
AVBrG x GOA	103,9	1.450,2	737,2	713,0	190,0	327,8	195,2	1,30
AVBrG x GPY	101,1	1.492,3	798,5	693,2	193,9	315,5	183,8	1,31
AVBrG x GRL	104,0	1.450,9	748,3	707,6	188,9	323,8	194,9	1,32
AVeBrJ x GBrPF ⁽³⁾	121,3	1.557,3	774,5	782,8	204,8	356,3	221,8	1,32
Média	108,3	1.444,2	732,3	712,0	188,4	323,4	199,9	1,31

⁽¹⁾BRS 002. ⁽²⁾BRS 003. ⁽³⁾BRS 001.

respectivamente (Aragão et al., 2002a, 2005c). No coqueiro-gigante, a porcentagem (57,60%) é relativamente próxima à dos híbridos (Aragão et al., 2002a).

Existem três tipos de fibras: fibra branca longa, fibra marrom longa e fibra marrom curta (Nunes, 2002). A produção média de fibras brancas nas cultivares do coqueiro-anão e dos híbridos intervarietais é de 1.051,2 g e 1.406,5 g por fruto e de fibras marrons de 357,1 g e 879,2 g, respectivamente (Tabela 7), o que indica, em termos médios, que os híbridos produzem 33,8% a mais de fibra branca e 146,2% de fibra marrom, do que as cultivares de coqueiro-anão.

Entre os híbridos BRS, o BRS 002 apresentou maior produção de fibra branca do

que o BRS 003 e o BRS 001 e, este último, maior produção de fibra marrom do que os BRS 002 e BRS 003 (Aragão et al., 2005a) (Tabela 7). De acordo com esses autores, entre os anões, com exceção do AVC que apresentou baixa produção, tanto de fibra branca quanto de marrom, e o AVeBrJ, que apresentou a maior produção de fibra marrom, os demais anões apresentaram produções semelhantes de fibras branca e marrom.

Albúmen líquido: produção e qualidade

O albúmen líquido (água de coco) é uma solução natural formada na cavidade da semente do fruto. Sua função biológica é armazenar as substâncias nutritivas utilizadas na formação do albúmen sólido e,

Tabela 7. Peso médio de fibra branca e marrom dos frutos de anões e híbridos intervarietais de coqueiro, colhidos nas idades de 7 e 12 meses. Aracaju, SE, 2004.

Cultivar	Fibra branca ⁽¹⁾ (g)	Cultivar	Fibra marrom ⁽²⁾ (g)
AABrG x GBrPF ⁽³⁾	1.552,60	AVBrG x GRL	964,10
AVBrG x GRL	1.514,10	AVBrG x GPY	961,10
AABrG x GPY	1.443,50	AVeBrJ x GBrPF ^{(5)*}	927,60
AVBrG x GBrPF ⁽⁴⁾	1.437,80	AVBrG x GOA	899,30
AVeBrJ x GBrPF ⁽⁵⁾	1.391,80	AABrG x GBrPF ⁽³⁾	872,50
AVBrG x GPY	1.328,30	AVBrG x GBrPF ⁽⁴⁾	831,20
AABrG x GOA	1.312,40	AABrG x GPY	807,00
AVBrG x GOA	1.271,50	AABrG x GOA	770,70
AVBrG	1.197,70	AVeBrJ	541,20
AVeBrJ	1.163,30	AAM	368,30
AVM	1.158,60	AVBrG	366,60
AABrG	1.127,20	AVM	368,50
AAM	1.114,40	AABrG	308,50
AVC	546,10	AVC	189,70
Média	1.254,24	Média	654,74

⁽¹⁾Colhida na idade de 7 meses. ⁽²⁾ Colhida na idade de 12 meses. ⁽³⁾BRS 002. ⁽⁴⁾BRS 003. ⁽⁵⁾BRS 001.

posteriormente, como reserva para a germinação da semente e sobrevivência da plântula durante períodos de eventuais estresses ambientais (Aragão, 2002).

Os frutos dos híbridos intervarietais avaliados no Platô de Neópolis, SE, atingiram o pico de produção de água, em média, entre os 7 meses (436,67 mL) e 8 meses (448,76 mL) depois de formados (Aragão et al., 2005c, 2009; Loiola et al., 2005a, 2005b; Passos et al., 2006). Comparando a produção de água das cultivares de coqueiro, pela média dos meses de maiores produções (anões: 6 e 7 meses; híbridos intervarietais e gigantes: 7 e 8 meses) (Tabela 8), observa-se que os híbridos desenvolvidos pela Embrapa,

BRS 001 (506,28 mL), BRS 002 (443,3 mL) e BRS 003 (411,68 mL) apresentaram produções superiores em relação aos seus parentais femininos: AVeBrJ (386,71 mL), AABrG (295,74 mL) e AVBrG (349,36 mL) e inferiores ao parental masculino: GBrPF (516,25 mL) (Aragão, 2002; Aragão et al., 2002b, 2009).

Após o período de maior produção, o volume de água se estabiliza no fruto por 30 a 60 dias, diminuindo posteriormente. No coco-seco (12 meses de idade) representa nos híbridos, em relação ao mês de maior produção de água, apenas 41,91%, (Aragão et al., 2009). Essa redução no volume da água de coco é acompanhada também

Tabela 8. Produção de água de coco de híbridos intervarietais de coqueiro em função da idade de colheita dos frutos. Aracaju, SE, 2008.

Idade (meses)	Produção de água de coco (g)							
	AVeBrJ x GBrPF ⁽¹⁾	AABrG x GBrPF ⁽²⁾	AVBrG x GBrPF ⁽³⁾	AABrG x GOA	AABrG x GPY	AVBrG x GOA	AVBrG x GPY	AVBrG x GRL
2	0,3	0,3	1,3	0,3	0,60	0,1	0,3	0,1
3	26,0	11,9	28,6	12,2	8,40	6,2	14,4	20,2
4	54,3	38,4	44,4	43,8	43,60	40,8	44,8	42,5
5	318,4	235,8	277,5	254,0	223,40	187,8	237,4	241,9
6	329,2	332,9	353,6	347,5	339,40	345,8	367,0	315,6
7	487,7	392,6	422,8	467,0	467,70	422,6	429,6	403,1
8	524,8	493,8	400,5	407,8	458,37	407,8	472,8	424,0
9	584,6	526,4	387,0	489,4	446,00	477,6	443,0	453,0
10	356,9	309,2	272,0	343,3	426,20	375,4	298,9	286,6
11	316,9	322,9	234,4	252,0	279,10	229,0	246,7	309,7
12	196,9	217,2	182,5	162,2	238,30	189,3	209,3	200,0

⁽¹⁾ BRS 001; ⁽²⁾ BRS 002; ⁽³⁾ BRS 003.

pela redução nos teores de açúcares redutores, pelo aumento nos teores de açúcar não redutores (como a sacarose) e das enzimas polifenoloxidase e peroxidase. Essas enzimas, pela oxidação que ocasionam, tornam a água turva e de sabor adstringente (Aragão et al., 2002b).

Albúmen sólido: produção e qualidade

A polpa, independentemente da cultivar, começa a se formar no fruto, por volta de 6 meses após o processo de polinização e fecundação, fase em que apresenta uma consistência gelatinosa, muito apreciada para consumo, seja pura ou misturada com a própria água de coco. A partir dessa fase, a polpa passa a crescer em espessura e a se solidificar – principalmente pela absorção da água do coco –, aumentando de peso até atingir o período final de maturação do

fruto (11 a 12 meses de idade). Essa idade é considerada o ponto de colheita do coco-seco para uso in natura e agroindustrial (Aragão et al., 2002b, 2009).

No ponto de colheita do coco-seco, o peso médio da polpa do coqueiro híbrido é 330,8 g (Aragão, 2002; Aragão et al., 2009). O híbrido BRS com a maior produção de polpa foi o BRS 001 e o com a menor produção foi o BRS 002. Nos demais híbridos, essa produção foi sempre inferior à média geral dos híbridos (330,8 g) (Tabela 9).

Tavares et al. (1998), avaliando a composição química do albúmen sólido nos híbridos PB 121 e PB 111, determinaram maiores teores de óleo e ácido láurico na polpa do híbrido PB 111 em relação à do PB 121 que se mostrou superior a esse apenas no teor de cinza, na sacarose e na acidez (Tabela 10).

Tabela 9. Produção de polpa de híbridos de coqueiro em função da idade de colheita dos frutos. Aracaju, SE, 2008.

Idade (meses)	Produção de polpa (g)							
	AVeBrJ x GBrPF ⁽¹⁾	AABrG x GBrPF ⁽²⁾	AVBrG x GBrPF ⁽³⁾	AABrG x GOA	AABrG x GPY	AVBrG x GOA	AVBrG x GPY	AVBrG x GRL
6	7,02	17,07	6,30	3,87	7,70	18,75	14,47	8,80
7	66,60	55,60	46,32	55,35	48,45	75,12	50,42	55,70
8	188,15	169,20	141,27	142,47	149,10	184,32	134,87	160,55
9	281,22	245,02	227,97	205,17	242,67	218,12	231,85	231,92
10	315,67	284,17	261,82	281,57	314,47	297,57	272,30	257,75
11	369,47	342,32	303,30	305,35	329,87	294,77	304,20	380,85
12	332,12	232,85	283,55	273,40	325,57	311,05	296,65	302,02

⁽¹⁾BRS 001. ⁽²⁾BRS 002. ⁽³⁾BRS 003.

Tabela 10. Componentes químicos da polpa do coco nos híbridos PB 121 (AAM x GOA) e PB 111 (AVC x GOA).

Componente químico (%)	Híbrido	
	PB 121	PB 111
Teor de óleo	65,2	66,8
Teor de ácido láurico	48,4	52,9
Teor de cinza	2,2	1,6
Sacarose	9,6	6,9
Acidez	3,2	2,4
Carboidrato	12,6	12,2
Proteína	7,9	7,9

O carboidrato e a proteína nesses híbridos, além de iguais e baixos, são relativamente próximos aos teores do coqueiro-gigante.

O teor de óleo do coco foi também determinado por Abreu et al. (2013) no híbrido BRS 002, em 66,83%, portanto, bem próximo aos teores do PB 121 e PB 111. Passos e Cardoso (2008, 2012), comparando os teores de óleo do híbrido BRS 001 (68,4%) com o dos seus progenitores GBrPF (70,1%), e AVeBrJ (66,2%), determinaram que o teor do híbrido

apresentou um teor também alto e intermediário, em relação aos seus progenitores.

Tolerância ou resistência a pragas

Atividades de caracterização e avaliação de acessos de coqueiro, no tocante aos níveis de susceptibilidade, tolerância ou resistência às pragas, são de extrema importância para conhecer, valorar e promover a utilização desses acessos e de seus cruzamentos em programas de melhoramento. O coqueiro é atacado por várias pragas, como insetos e ácaros, além dos fitopatógenos (alguns sem medidas de controle), que ocasionam prejuízos significativos à exploração dessa cultura. A estratégia de controle através do melhoramento genético, especificamente de híbridos de coqueiro, é, sem dúvida, a mais indicada dos pontos de vista econômico, de sustentabilidade ambiental e de saúde humana. O controle químico dessas pragas, além de caro, pode contaminar os alimentos, a água, o solo e os animais, inclu-

sive aqueles benéficos (minhocas, abelhas, peixes, etc.), além do próprio homem.

Determinar os níveis de susceptibilidade, tolerância ou resistência de cultivares de coqueiro à pressão natural dessas pragas, respalda a escolha dos melhoristas nos programas de cruzamentos: inter e intravarietal simples, duplo ou triplo, por genótipos, que, já no campo, apresentem certo grau de tolerância aos estresses bióticos do ambiente, na expectativa que a orientação preliminar do campo seja um indicativo para uma possível transferência ou augmentação da característica, tolerância à presença de determinado agente daninho, para as respectivas progênies.

Cultivares desenvolvidas no projeto de melhoramento genético do coqueiro da Embrapa Tabuleiros Costeiros, a partir de meado da década de 1980 em diferentes ecossistemas do território brasileiro, que foram avaliadas aos 3 ou 4 anos de idade para a presença e ausência das pragas comuns a essa palmácea, mostraram-se em menor ou maior grau suscetíveis: aos insetos-praga desfolhadores *Brassolis sophorae*, *Synaldis hylaspis* e *Coralimela brunnea*; à broca *Homalinotus coriaceus*; aos ácaros *Aceria guerreronis*, *Amrineus cocofolius* e *Retracrus johnstoni*; aos sugadores *Aspidiotus destructor* e *Cerataphis lataniae*; e aos raspadores *Delocrania cossyphoides* e *Haemisphaerota tristis*.

Estudos mais específicos foram realizados para avaliar a palatabilidade da larva da barata-do-coqueiro (*Coralimela brunnea*) em dois grupos de cultivares de coqueiro:

o grupo 1 composto do cruzamento do AVeBrJ, parental feminino, com ecótipos de coqueiro-gigante provenientes da costa do Pacífico (GPY, GTG, GRL, GRT e GVT), e o grupo 2 composto pelo cruzamento do mesmo parental feminino com os ecótipos de coqueiro-gigante provenientes da costa do Atlântico (GBrPF, GOA, GBrMe, GBrJ e GBrJSM). E, também, para avaliar o nível de infestação e a severidade do dano do ácaro-da-necrose (*Aceria guerreronis*) nos frutos de híbridos simples intravarietais (coqueiro-anão x coqueiro-anão) e intervarietais (coqueiro-anão x coqueiro-gigante) em três períodos distintos do ano.

O consumo médio de *C. brunnea*, para cada grupo de híbrido estudado, foi de 1,92 g e de 1,94 g de folíolo por larva por dia (para o grupo 1 e grupo 2, respectivamente), o que demonstra o potencial da praga para causar dano em todas as cultivares, independente da origem do parental masculino (costa do Pacífico ou da costa do Atlântico). Como no parental feminino AVeBrJ, o consumo médio da praga registrado foi de 2,56 g por larva por dia, superior à média das progênies, pode-se inferir que o processo de hibridação contribuiu para a seleção de cultivares menos palatáveis à praga. No grupo do Pacífico, as cultivares menos palatáveis foram a GVT e a GRT com níveis de redução de 26,9% e 51,9% e no grupo do grupo do Atlântico a GBrJ e a GBrJSM com 30,5% e 37,9%, em relação ao consumo médio por larva por dia do AVeBrJ, sugerindo ter havido, provavelmente, no cruzamento específico com esse parental, o aparecimento de caracteres genéticos que

conferiram aos híbridos maior tolerância ao ataque dessa praga. A média de consumo da larva de *C. brunnea* na cultivar AVeBrJ x GOA (2,15 g por larva por dia) foi inferior à média obtida pelo seu parental feminino (2,56 g por larva por dia), bem como à média obtida na cultivar AVeBrU x GOA (mesmo parental masculino cruzado com o coqueiro-anão-verde-de-una, BA) de 2,67 g por larva por dia, que, entre as cultivares avaliadas no mesmo período, foi a cultivar que apresentou característica de maior susceptibilidade à essa praga.

A infestação e a severidade do dano do ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis* foram avaliadas nos campos de plantas de híbridos simples intravarietais e intervarietais estudados no campo experimental de Umbaúba, SE. Entre os híbridos intravarietais avaliados, o AVeBrJ x AVC foi o único que registrou taxa de infestação abaixo de 10% nos períodos seco e final de chuvoso/início seco; e entre os híbridos intervarietais, o AVeBrJ x GPY, este nos três períodos (seco, chuvoso e final de chuvoso/início de seco), se constituindo portanto, nos mais tolerantes ao ácaro-da-necrose, principalmente, no período de maior pressão que é o período seco, ocasião em que os demais híbridos apresentaram taxas de infestações que variaram de 42% a 59%. Do mesmo modo, a maior severidade do dano no fruto dos híbridos também foi registrada no período seco do ano. Segundo Zuluaga e Sanchez (1971), Griffith (1984) e Mariau (1986), quanto maior o estresse ambiental a que o coqueiro é submetido no período seco do ano, mais lento é o crescimento e o

desenvolvimento dos frutos, consequentemente, os frutos mais novos permanecem por mais tempo em exposição à ação da praga, o que resulta na maior severidade do dano. Dados que corroboraram com os obtidos nas avaliações dos híbridos no Platô de Neópolis, SE, quando se obteve diferença significativa nos danos causados pela praga, apenas no período seco do ano, em que se registrou a maior infestação da praga, os danos mais severos nos frutos e, consequentemente, os menores percentuais de frutos comerciais. Maiores perdas à produção devidas ao *A. guerreronis* ocorreram nos híbridos BRS 003, AVBrG x GOA e AABrG x GOA, nos quais, apenas 19,4%, 22,7% e 28,5%, respectivamente, de seus frutos estavam aptos para serem comercializados. Julia e Mariau (1979) relataram alta sensibilidade do GOA ao ataque desse ácaro na Costa do Marfim, África. O híbrido BRS 001 foi o único a apresentar 78% de seus frutos em condições de mercado na avaliação do período seco. Maior percentagem de frutos atacados no período chuvoso do ano foi relatada por Julia e Mariau (1979) na Costa do Marfim, África.

Em relação às principais doenças do coqueiro, os híbridos AVeBrJ x GOA e AVeBrJ x GBrMe em ensaio de competição apresentaram menor nível de incidência (20% e 25%) e de severidade (7%) da doença queima das folhas causada pelo fungo *Botryosphaeria cocogena* (Talamini et al., 2013). Esse resultado está de acordo como obtido por Warwick et al. (1991), os quais verificaram que o híbrido PB 141 (anão-verde-da-guiné-equatorial x GOA) foi o mais

tolerante à queima das folhas, comparado aos demais híbridos (PBs) introduzidos da Costa do Marfim, África. Já o híbrido AVEBrJ x GVT apresentou menor incidência da queima das folhas, porém, com um grau de severidade (14%) maior que nos demais híbridos avaliados (Talamini et al., 2013).

Leal et al. (1996) não encontraram qualquer grau de resistência genética aceitável nos híbridos intervarietais testados no Plato de Neópolis, SE, para as doenças lixa-pequena *Phyllachora torrendiella* e lixa-grande *Sphaerodothis acrocomiae*. Dentre os híbridos intervarietais avaliados nessa localidade, apenas nos híbridos AABrG x GPY e AVBrG x GPY não foram registrados, em três épocas de avaliação, sintomas da doença resinose (Ferreira, 2007). Gomes et al. (2009), avaliando a doença das folhas do coqueiro, causada por *Bipolaris incurvata*, nos híbridos AAM x GOA (PB 121), AAM x GRL (PB 123) e AVM x GPY (PB 132), determinaram um número menor de lesões no híbrido PB 121, enquanto os híbridos PB 123 e PB 132 mostraram-se mais suscetíveis à essa mancha foliar, em condições de plantio definitivo.

Híbridos intervarietais de coqueiro registrados no Mapa

Dentre os híbridos desenvolvidos e avaliados no programa de hibridação de coqueiro da Embrapa, foram selecionados, ao final de 20 anos (de 1990 a 2010) de pesquisas, quatro híbridos intervarietais simples com

características agrônômicas superiores aos das cultivares existentes no mercado nacional, desenvolvidos por meio de vários métodos de produção de sementes híbridas. Esses híbridos foram nominados pela Embrapa de BR 001 (AVEBrJ x GBrPF), BR 002 (AABrG x GBrPF) e BR 003 (AVBrG x GBrPF), e registrados no Mapa, além do híbrido de Jiqui (AVEBrJ x GBrJ), neste caso, pela parceria Embrapa-Emparn. O objetivo do desenvolvimento desses híbridos foi atender, em nível nacional, a demanda dos produtores de coco, por sementes de cultivares superiores e mais bem adaptadas às diferentes condições brasileiras de exploração do coqueiro. O BRS 001 foi desenvolvido na Embrapa Tabuleiros Costeiros e na Embrapa ENT de Petrolina, PE; os BRS 002 e BRS 003 foram produzidos pela parceria Embrapa-Metro (atualmente Cohibra); e o híbrido de Jiqui, no campo experimental de Jiqui, pela parceria Embrapa-Emparn.

Apesar dos resultados promissores obtidos, o projeto de desenvolvimento de cultivares de coqueiro sofreu solução de continuidade em 2008, bem antes do tempo planejado, ocasionado por uma série de problemas ocorridos durante sua condução, como: deficiência de pessoal em número e qualidade; burocracia institucional, tanto na implantação dos experimentos, quanto, principalmente, no estabelecimento de parcerias comprometidas ao programa; e falta de comprometimento de parceiros da iniciativa privada, tanto no tocante à condução dos experimentos de acordo com as tecnologias preconizadas quanto, principalmente, na disponibilização dos recursos

financeiros planejados. Isso jamais poderia ter ocorrido, já que qualquer programa de melhoramento de planta, e, no caso do coqueiro, que é uma espécie perene de longa duração, demanda muito tempo, pessoal treinado e muito recurso para ser bem conduzido. Considerando todo o esforço feito, acredita-se que diversos híbridos intervarietais e até intravarietal (exemplo AVeBrJ x AVC), poderiam ter sido também registrados no Mapa e depois até protegidas pela Embrapa, de acordo com a Lei de Proteção de Cultivares (Brasil, 1997).

No processo de registro no Mapa três dos híbridos mencionados, recebeu a designação técnica da Embrapa e, posteriormente, o nome fantasia, representando as homenagens relacionadas às primeiras variedades de coqueiro introduzidas, à região de introdução, aos pesquisadores que trabalharam com a cultura e aos campos experimentais onde foram desenvolvidos.

Híbrido BRS 001 (AVeBrJ x GBrPF) – recebeu o nome fantasia Híbrido Praia do Forte (Figura 1) em homenagem a Bahia, estado da primeira introdução do coqueiro no Brasil, em 1553.

Esse híbrido apresenta as seguintes características fenotípicas: cor predominante verde e eventualmente marrom; pico de germinação das sementes: 60 a 90 dias; taxa de germinação das sementes: 80% a 85%; menor porte da planta na idade adulta, devido ao crescimento menor do estipe (em torno de 40 cm por ano) em relação a outros híbridos com anão-amarelo e anão-vermelho; circunferência do coleto na base

da planta: 168 cm; número médio de folhas vivas na idade adulta: de 25 a 30; número de folhas emitidas por ano: 16; número de folíolos na folha 14: 229; florescimento médio: 3 anos e 1 mês; número de inflorescências emitidas por ano: 16; comprimento da inflorescência: 99 cm; número de ramos florais por inflorescência: 38; número de flores femininas por inflorescência: 38; número de ramos florais sem flores femininas por inflorescência: 12; número de flores masculinas por inflorescência: 10.200; produção média de frutos: 130 a 150 frutos por planta por ano; volume de água de coco do fruto verde: 329,17 mL (6 meses), 487,72 mL (7 meses), 524,85 mL (8 meses) e 584,65 mL (9 meses); peso total do fruto seco: 1.864,65 g; peso da noz do coco-seco: 936,40 g; peso da polpa do fruto seco: 315,67 g (10 meses), 369,47 g (11 meses) e 332,12 g (12 meses); peso da fibra do coco-



Foto: Wilson Menezes Aragão

Figura 1. Híbrido Praia do Forte, BRS 001 (AVeBrJ x GBrPF).

verde: 1.391,82 g; peso da fibra do coco-seco: 987,21 g; comportamento em relação a pragas e doenças: suscetível ao ácaro-da-necrose e às doenças foliares; região de melhor adaptação no Brasil: Centro-Oeste, Sudeste, Norte e principalmente Nordeste.

Híbrido BRS 002 (AABrG x GBrPF) – recebeu o nome fantasia de Híbrido Miranda Junior (Figura 2) em homenagem ao primeiro pesquisador do Brasil a desenvolver trabalhos de hibridação do coqueiro na década de 1940.

Foto: Wilson Menezes Aragão



Figura 2. Híbrido Miranda Junior, BRS 002 (AABrG x BrPF).

Esse híbrido apresenta as seguintes características fenotípicas: cor predominante da planta verde e eventualmente marrom; porte relativamente maior em relação a outros híbridos com anão-amarelo e anão-vermelho, pelo fato da estipe crescer, em média, 45 cm por ano; número médio de folhas vivas na idade adulta: 25 a 30; número de folhas emitidas por ano: 16; número de folíolos na folha: 14 a 229; florescimento médio: 3 anos; número de inflorescência emitidas por ano: 16; comprimento da inflorescência: 94 cm; número de ramos

florais por inflorescência: 39; número de flores femininas por inflorescência: 23; número de ramos florais sem flores femininas por inflorescência: 17; número de flores masculinas por inflorescência: 9.100; produção média de frutos: 100 a 130 frutos por planta por ano; volume de água de coco: 332,09 mL (6 meses), 392,75 mL (7 meses), 493,85 mL (8 meses) e 526,45 mL (9 meses); peso do fruto seco: 1.890,51 g; peso da noz do coco-seco: 971,30 g; peso da polpa: 284,00 g (10 meses), 345,00 g (11 meses) e 325,00 g (12 meses); peso da fibra do coco-verde: 1.552,57 g; peso da fibra do coco-seco: 919,71 g; comportamento em relação a pragas e doenças: suscetível ao ácaro-da-necrose e às doenças foliares; regiões de melhor adaptação no Brasil: Centro-Oeste, Sudeste, Norte e, principalmente, Nordeste.

Híbrido BRS 003 (AVBrG x GBrPF) – recebeu o nome fantasia de Híbrido Sementeira (Figura 3) em homenagem ao primeiro campo experimental no Brasil de coqueiro, designado de Sementeira e localizado em Aracaju, SE, no qual foram realizados os



Foto: Wilson Menezes Aragão

Figura 3. Híbrido Sementeira, BRS 003 (AVBrG x GBrPF).

primeiros trabalhos experimentais com cultivares de coqueiro, principalmente pelo pesquisador Edmilson Machado de Almeida, a partir da década de 1960.

Esse híbrido apresenta as seguintes características fenotípicas: cor normal da planta marrom; porte maior que o do híbrido com anão-verde e relativamente igual ao porte do híbrido com anão-amarelo na mesma idade, pelo fato do estipe crescer, em média, 50 cm por ano; florescimento médio: 3 anos e 1 mês; cor do pecíolo das folhas e dos frutos: normalmente marrom; número de inflorescência emitidas por ano: 14; circunferência da base do estipe: 168 cm; número médio de folhas vivas na idade adulta: 25 a 30; número de folhas emitidas por ano: 14; número de folíolos na folha: 14 a 225; comprimento da inflorescência: 102 cm; número de ramos florais por inflorescência: 37; número de flores femininas por inflorescência: 26; número de ramos florais sem flores femininas por inflorescência: 13; número de flores masculinas por inflorescência: 8.100; produção média: 100 a 130 frutos por planta por ano; volume de água de coco: 353,55 mL (6 meses), 422,85 mL (7 meses), 400,52 mL (8 meses) e 386,97 mL (9 meses); peso total do fruto seco: 2.012,28 g; peso da noz do coco-seco: 963,60 g; peso da polpa: 261,82 g (10 meses), 303,30 g (11 meses) e 283,55 g (12 meses); peso da fibra do coco-verde: 1.437,77 g; peso da fibra do coco-seco: 1.041,04 g; comportamento em relação a pragas e doenças: suscetível ao ácaro-da-necrose e às doenças foliares; regiões de melhor adapta-

ção no Brasil: Centro-Oeste, Sudeste, Norte e, principalmente, Nordeste.

Situação atual da produção de sementes comerciais de híbridos de coqueiro no Brasil

Atualmente, a principal demanda de sementes para implantação de áreas com coqueiro no Brasil são das cultivares de coqueiro-anão-verde e do híbrido intervarietal coqueiro-anão x coqueiro-gigante. Para atender a essa demanda, é necessário que a produção de sementes ocorra de acordo com a Instrução Normativa nº 23 de 16 de junho de 2009 do Mapa (Brasil, 2009), que aprova tanto a produção e os padrões de identidade e qualidade de sementes e mudas de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) quanto fiscaliza sistematicamente os campos de plantas e, conseqüentemente, a produção de sementes em todas as suas etapas, até mesmo nos postos de fiscalização, estrategicamente distribuídos nas diferentes regiões do País.

Os campos de plantas estabelecidos com os progenitores femininos e masculinos para produção de sementes híbridas de coqueiro têm que, necessariamente, serem implantados com plântulas procedentes de sementes de origem genética comprovada oficialmente, homogêneas, estáveis e isolados de qualquer plantio com outras cultivares de coqueiro (Aragão et al., 2003a). Segundo esses autores, considera-se como homogêneo e estável, um campo

de plantas no qual 100% das plantas sejam da mesma cultivar, possibilitando assim que as sementes híbridas produzidas representem geneticamente os progenitores. O isolamento tem o objetivo de impedir que ocorra a contaminação do processo de hibridação, por pólen estranho – pólen procedente das inflorescências das plantas de coqueiro de plantios vizinhos que pode se misturar tanto ao pólen do progenitor masculino quanto polinizar e fecundar as flores femininas do progenitor feminino, evitando assim, que haja a produção de sementes de cultivares indesejadas. E devem, obrigatoriamente, ter registro no Mapa.

O produtor de sementes (pessoa física ou jurídica) também tem que ser registrado no Mapa e assistido por um responsável técnico (engenheiro-agrônomo, registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – Crea), que responderá por todas as fases de produção das sementes e pela emissão do atestado de garantia, comprovando que as sementes foram produzidas segundo as normas vigentes estabelecidas por esse ministério (Aragão et al., 2003a).

Apesar da existência da norma e da atuação do Mapa, observa-se que boa parte das sementes comercializadas no País ainda é procedente de produtores não oficiais, dotados de campo de plantas estabelecidos completamente em desacordo com as recomendações técnicas. Entretanto, grande parte dos produtores de coco, por desconhecimento dessa norma e também até pelo preço mais barato da semente, adquire e implanta áreas relativamente grandes com plântulas originadas dessas sementes.

O resultado é um plantio muito desuniforme em relação às diferentes características de interesses morfológico e agrônomo da cultura, como: florescimento, porte, produção e qualidade de frutos, polpa e água de coco, causando assim, grandes prejuízos aos próprios produtores de coco.

Esses mesmos problemas e prejuízos ocorrem com a aquisição e plantio de plântulas originadas de sementes F₂ (sementes originadas de plantas híbridas F₁), devido ao fenômeno da segregação genética. Isso porque, como as características de interesse morfológico, fisiológico e agrônomo são normalmente quantitativas, ou seja, governadas por muitos genes, a segregação genética na geração F₂ é muito grande. Segundo Borém (1997), o número de diferentes genótipos que podem ser obtidos na geração F₂, é dado pela expressão $3n$, em que n é o número de locos para os quais os progenitores diferem. Por exemplo, uma característica governada por 20 locos segregando, vai produzir, na geração F₂, aproximadamente 3,5 bilhões de genótipos distintos. Pode-se assim, imaginar o número de genótipos que serão formados, na segregação das características governadas por 50 ou mais locos segregando, como a produção de frutos de coqueiro. Além disso, é necessário enfatizar que as características quantitativas, normalmente, são muito influenciadas pelo ambiente, aumentando sobremaneira a variação fenotípica das plantas. Consequentemente, as sementes F₂ colhidas dos híbridos para plantio, não devem interessar ao produtor

de coco, apesar de serem importantes para os trabalhos de melhoramento.

Além da Embrapa, as empresas privadas Sococo, PA, Cohibra, CE, e Tecnococo, BA, também produzem sementes híbridas. A finalidade da produção de híbridos da Sococo em Moju, PA, tem sido apenas a de atender sua demanda de plantio, o que começou no início da década de 1990. É necessário enfatizar que nessa empresa, as plantas, tanto dos campos com os progenitores femininos (AAM, AVC, AVM e AVeBrJ), plantados isolados entre si, quanto com os progenitores masculinos (GBrPF, GOA, GPY e GRL), plantados vizinhos, já se encontram com porte bastante alto, o que dificulta, de certa forma, a operacionalização do processo de hibridação. A substituição das plantas desses campos por plantas melhoradas a partir destas e levando em conta as características ditas de importância para a empresa, seria o ideal, para dar continuidade ao processo de hibridação e expansão de seus novos plantios.

A produção de sementes híbridas da Cohibra e da Tecnococo é comercial, e ambas as empresas dispõem de campo de plantas com os progenitores femininos e masculinos e laboratório de pólen. Na Cohibra, os campos de plantas com os progenitores femininos (AABrG, AVBrG, AVC, AVeBrJ, AVeBrParaipaba e AVeBrJ x AVC) foram implantados vizinhos, de forma que, para produzir sementes híbridas, por exemplo, em apenas um dos campos, necessariamente tem que se fazer o isolamento desse campo, em relação aos demais campos por meio da extirpação ou proteção com saco de anagem das inflorescências das plantas

dos campos vizinhos, em um raio de no mínimo 500 m. Essas atividades adicionais, além de dificultarem e encarecerem bastante o processo de hibridação, aumentam a possibilidade de se produzir sementes ilegítimas. Na Cohibra, apesar de as sementes que originaram as plantas do campo com o progenitor masculino terem sido obtidas da população na Praia do Forte, BA, (GBrPF), prospectada pela Embrapa Tabuleiros Costeiros no início dos anos 1980, a análise de DNA realizada por Loiola (2014), revelou que as plantas desse campo apresentam variações genéticas, mas não representam geneticamente as plantas da população original de GBrPF, provavelmente, por problemas na amostragem das sementes.

A produção de sementes híbridas na Tecnococo também é comercial e dispõe de campo de plantas com AVeBrPS e laboratório de pólen. O pólen utilizado no processo de hibridação é coletado em plantas de coqueiro-gigante selecionadas nas propriedades vizinhas ao campo. Esse campo de plantas, normalmente, só é empregado para produção de sementes do híbrido AVeBrPS x coqueiro-gigante local. Para a produção de sementes legítimas de coqueiro-anão nesse campo, as inflorescências do AVeBrPS devem ser, obrigatoriamente, protegidas com saco de lona, em razão da existência de plantas de coqueiro-gigante na proximidade.

Referências

ABREU, R.; AMARAL, J.; ANTÔNIA, N. da S. P.; ARAGÃO, W. M. **Avaliação do teor de óleo em cultivares de coqueiro**. Fortaleza: Cohibra, 2013. Relatório técnico.

- ARAGÃO, F. B.; LOIOLA, C. M.; CAMBUI, E. V. F.; ARAGÃO, W. M. **Produção de água de coco de cultivares de coqueiro verde**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005a. 3 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 42).
- ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 76 p. (Frutas do Brasil, 29).
- ARAGÃO, W. M.; ARAGÃO, R. de B. R.; BOAVENTURA, R. F. **Intervalo de abertura de inflorescência em cultivares de coqueiro-anão**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001a. 3 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 41).
- ARAGÃO, W. M.; BOAVENTURA, R. F.; ARAGÃO, R. de B. R.; BARROS, K. de B. R. Variabilidade e correlações entre caracteres morfológicos reprodutivos em cultivares de coqueiro anão (*Cocos nucifera*, L.). **Agrotrópica**, v. 13, n. 1, p. 27-32, 2001b.
- ARAGÃO, W. M.; COSTA, A. S. da; CRUZ, E. M. de O. **Caracterização da emissão de inflorescência em coqueiro anão (*Cocos nucifera*, L. Var. Nana)**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1998. 3 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Pesquisa em andamento, 54).
- ARAGÃO, W. M.; COSTA, A. S. da; SANTOS, H. C. A. C.; PEDROSO, G. T. Florescimento, produção e composição morfológica de frutos de cultivares de coqueiro. **Agrotrópica**, v. 14, n. 3, p. 151-158, 2002a.
- ARAGÃO, W. M.; CRUZ, E. M. de O.; TAVARES, M.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. de A.; PIMENTEL, S. A.; TAKEMOTO, E. Teor de gordura e composição de ácidos graxos em polpa de frutos de coqueiro anão em diferentes idades de maturação. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 63, n. 2, p. 159-167, 2004.
- ARAGÃO, W. M.; CRUZ, E. M. O.; HELVÉCIO, J. S. Caracterização morfológica do fruto e química da água de coco em cultivares de coqueiro anão. **Agrotrópica**, v. 13, n. 2, p. 49-58, 2001c.
- ARAGÃO, W. M.; FRANCELINO, J. N.; FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. A.; SCARANARI, C. **Subsídios técnicos para a produção e comercialização de sementes certificadas de coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003a. 27 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 51).
- ARAGÃO, W. M.; ISBERNER, I. V.; CRUZ, E. M. de O. **Água-de-coco**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001d. 32 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 24).
- ARAGÃO, W. M.; LOIOLA, C. M.; ARAGÃO, F. B.; RAMOS, A. M. Correlações fenotípica e genotípica entre características do fruto de cultivares de coqueiro (*Cocos nucifera* L.). **Agrotrópica**, v. 17, p. 1-4, 2005b.
- ARAGÃO, W. M.; RAMOS, A. M.; MOURA, J. I. L.; ALVES, M. C. S. **Caracterização e seleção do coqueiro anão para produção de polpa**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003b. 3 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 22).
- ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; MELO, M. F. de V. Cultivares de coqueiro para a produção de coco seco: coqueiro gigante vs híbridos. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 37-60.
- ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. A.; SIQUEIRA, E. R. Variedades e híbridos do coqueiro. In: ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002b. p. 26-34. (Frutas do Brasil, 29).
- ARAGÃO, W. M.; SANTOS, M. M. S.; LOIOLA, C. M. **Avaliação de características morfológica, vegetativas e reprodutivas de cultivares de coqueiro**. Amontada: Cohibra, 2012. 6 p. Relatório técnico.
- ARAGÃO, W. M.; SANTOS, V. do A. J.; ARAGÃO, F. B. **Produção de fibra de cultivares de coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005c. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 36).
- ARAGÃO, W. M.; SIQUEIRA, E. R.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. A. Melhoramento do coqueiro: variedades e híbridos. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MOURA, J. I. L.; REBOUÇAS, T. N. H. (Ed.). **Coco: produção e mercado**. Vitória da Conquista: Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, 1999. p. 44-68.
- ARNOLD, A. J.; HARRIES, H. C. Hybrid coconut seed production. **World Crops**, v. 31, n. 20, p. 12-17, 1979.
- ARUNACHALAM, V.; RAJESH, M.K. Breeding of coconut palm (*Cocos nucifera* L.). **CAB Reviews: perspectives in agriculture, veterinary science, nutrition and natural resources**, n. 53, 2008. DOI: 10.1079/PAVSNNR20083053.
- ASHBURNER, G. R.; ROHDE, W. Coconut germplasm characterization using DNA marker technology. In: PHOALE, M. A.; LYNCH, P. W. (Ed.). **Coconut improvement in the South Pacific**. Canberra: Aciar, 1994. p. 44-46. Proceedings of a workshop held in Taveuni, Fiji Islands, 10-12 nov. 1993.
- ASHBURNER, G. R.; THOMPSON, W. K.; HALLORAN, G. M. RAPD Analysis of South Pacific

coconut palm populations. **Crop Science**, v. 37, p. 992-997, 1997.

AZEVEDO, A. O. N. **Legitimidade de híbridos intravarietais de coqueiro anão via DNA fingerprinting**. 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

AZEVEDO, C. D. de O. **Diversidade genética de populações de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) via marcadores SSR**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

BATUGAL, P. Performance of coconuts hybrids in some countries of Asia, Africa and Latin America. In: BATUGAL, P.; RAMANATHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut genetic resources**. Serdang: International Plant Genetic Resources Institute, Regional Office for Asia, the Pacific and Oceania, 2005. p. 302-308.

BORÉM, A. **Melhoramentos de plantas**. Viçosa: Ed. da UFV, 1997. 547 p.

BOURDEIX, R. Etude du déterminisme génétique de la couleur du germe chez le cocotier Nain. **Oléagineux**, v. 43, n. 10, p. 371-374, 1988.

BOURDEIX, R.; GUARINO, L.; RAMANATHARO RAO, V.; BAUDOUIN, L. Status gaps and strategy in coconut germoplasm collecting. In: BATUGAL, P.; RAMANATHA RAO, V.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut genetic resources**. Serdang: International Plant Genetic Resources Institute, Regional Office for Asia, the Pacific and Oceania, 2005. p. 44-64.

BRASIL. Instrução Normativa nº 23, de 16 de junho de 2009. Aprova as normas para a produção e os padrões de identidade e qualidade de sementes e de mudas de coco (*Cocos nucifera* L.), na forma de seus Anexos. **Diário Oficial da União**, 17 jun. 2009. Disponível em: <<http://www.adab.ba.gov.br/arquivos/File/INMAPAN02316062015.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2017.

BRASIL. Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 8 abr. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9456.htm>. Acesso em: 22 maio 2017.

CAMBUI, E. V. F.; ARAGÃO, W. M.; LEAL, M. L. S. Variabilidade genética entre cultivares de coqueiro anão (*Cocos nucifera*, L.- Var. Nana). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 165-167, jul. 2007. Suplemento.

CARVALHO, E. X. de; ANUNCIAÇÃO, C. J. da F.; ARAGÃO, W. M.; MUSSER, R. dos S.; FERRAZ, L. G. B.; REIS, O. V. de; BASTOS, G. Q.; OLIVEIRA, F.

J. de. Variabilidade e comportamento de cultivares de coqueiro anão nos tabuleiros costeiros do norte de Sergipe. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 91-100, 2008.

CATTANEO, L. F. Melhoramento genético do mamoeiro assistido por marcadores moleculares. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória: Incaper, 2003. p. 191-208.

CAVALCANTI, J. J. de V.; VIEIRA NETO, F. das C.; BARROS, L. de M. Avanços, desafios e novas estratégias do melhoramento genético do cajueiro no Brasil. In: VIDAL NETO, F. das C.; CAVALCANTI, J. J. V. (Ed.). **Melhoramento genético de plantas no Nordeste**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 151-174.

CHATTOPADHYAY, N.; SAMANTHA, M. K.; HORE, J. K.; ALAM, K. Evaluation of coconut cultivars for tender nut water. **Acta Horticulturae**, n. 975, p. 255-262, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed. da UFV, 2004. 480 p.

DESCRIPTORS for coconut (*Cocos nucifera* L.). Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1995. 61 p.

DIAS, B. C. **Subsídios ao grupo de trabalho para elaboração de diretrizes da política nacional de coco**. Maceió: Ceplac, 1980. 15 p.

DURAN, Y.; ROHDE, W.; KULLAYA, A.; GOIKOETXEA, P.; RITTER, E. Molecular analysis of East African tall coconut genotypes by DNA marker technology. **Journal Genetics Breed**, v. 51, p. 279-288, 1997.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Ed. da UFV, 1987. 279 p.

FARIAS NETO, J. T.; LINS, P. M. P.; MÜLLER, A. A. Estimativa dos coeficientes de repetibilidade para produção de fruto e albúmen sólido em coqueiro híbrido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 10, p. 1273-1241, 2003.

FARIAS, W. S.; GAÍVA, H. N.; PEREIRA, W. E. Comportamento de cinco genótipos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) na fase de germinação e de crescimento de mudas, sob diferentes sistemas de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 458-462, 2002.

FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Resinose do coqueiro: como identificar e manejar**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 127 p.

FERREIRA, J. M. S.; MOREIRA, M. A. B.; TALAMINI, V.; FONTES, H. R.; WARWICK, D. R. Incidência da resinose em diferentes genótipos de coqueiro. In: FEIRA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA

TROPICAL IRRIGADA – EXPOFRUIT, 2009, Mossoró. **Resumos...** Mossoró: Coex, 2009. 1 CD-ROOM.

FERREIRA, J. M. S.; PASSOS, E. E. M. Incidência e dano do ácaro *Aceria guerreronis*, Keiffer em cultivares de coqueiro anão nos tabuleiros costeiros de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Resumo expandido...** Bento Gonçalves: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2012. 1 CD-ROM.

FERREIRA, J. M. S.; RAMOS, S. R. R. Avaliação de acessos de coqueiro-gigante em relação ao nível de infestação e severidade do dano provocado pelo ácaro-da-necrose. **Magistra**, v. 25, p. 154-155, nov. 2013. Número especial.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa-Cenargen, 1998. 220 p. (Embrapa-Cenargen. Documentos, 20).

FONTENELLE, A. C. F.; ARAGÃO, W. M. **Caracterização morfológica reprodutiva do coqueiro gigante (*Cocos nucifera* L. var. *Typica*) em condições de sequeiro**. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1998. 3 p. (Embrapa-CPATC. Pesquisa em andamento, 43).

FONTES, H. R.; WANDERLEY, M. **Situação atual e perspectiva para a cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 16 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 94).

FREIRE, A. da C.; ARAGÃO, W. M.; LOIOLA, C. M.; RABELO, T. K. **Seleção do coqueiro anão verde para produção de polpa**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 2 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 62).

FRÉMOND, Y.; FILLER, R.; NUCÉ DE LAMOTHE, M. de. **El cocotero**. Barcelona: Blume, 1969. 239 p.

FRÉMOND, Y.; NUCÉ DE LAMOTHE, M. de. Le bloc d'amélioration du cocotier a Port Bouet. **Oleagineux**, v. 26, n. 2, p. 71-82, 1971.

GOMES, B. E. G.; MIRANDA, V. S.; POLTRONIERI, L. S.; NASCIMENTO, M. M. do; FARIAS, P. R. S. Incidência da mancha foliar (*Bipolaris incurvata*) em três híbridos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) em condições de campo. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 51, p. 161-170, 2009.

GRIFFITH, R. The problem of the coconut mite, *Eriophyes guerreronis* (Keiffer), in the coconut grooves of Trinidad and Tobago. In: ANNUAL MEETING OF THE CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY, 20., 1984, St. Croix. **Proceedings...** St. Croix: [s.n.], 1984. p. 128-132.

JAYALEKSHMY, A.; ARUMUGHAN, C.; NARAYANAN, C. S.; MATHEY, A. G. Changes in the chemical

composition of coconut (*Cocosnucifera*) water during maturation. **Journal of Food Science and Technology**, v. 23, n. 4, p. 203-207, 1986.

JULIA, J. F.; MARIAU, D. Nouvelles recherches em Cote d'Ivoire sur Eriophyes guerreronis K., acarien ravageur des noix du cocotier. **Oléagineux**, v. 34, p. 181-189, 1979.

LEAL, E. C.; RAM, C.; WARWICK, D. R. N.; LEAL, M. de S. Comportamento de híbridos de coqueiro *Cocos nucifera* em relação à lixa-pequena *Phyllachora torrendiella* e à lixa-grande *Sphaerodothis acrocomiae*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 325-327, 1996.

LEBRUN, P.; N'CHO, Y. P.; SEGUIN, M.; GRIVET, L.; BAUDOUIN, L. Genetic diversity in coconut (*Cocos nucifera* L.) revealed by restriction fragment length polymorphism (RFLP) markers. **Euphytica**, v. 101, p. 103-108, 1998.

LINS, P. M. P.; FARIAS NETO, J. T. de; MULLER, A. A. Avaliação de híbridos de coqueiro (*Cocos nucifera*, L.) para produção de frutos e de albúmen sólido fresco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 1-5, 2003.

LOIOLA, A.; ARAGÃO, W. M. Herdabilidade e correlações genéticas entre caracteres morfológicos vegetativos em cultivares de coqueiro no extremo sul da Bahia. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 3., 2007, São Cristóvão. **Anais...** São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2007. 1 CD-ROM.

LOIOLA, C. M. **Comportamento de cultivares de coqueiro (*Cocos nucifera*, L.) em diferentes condições agroecológicas dos tabuleiros costeiros do nordeste brasileiro**. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

LOIOLA, C. M. **Diversidade genética em coqueiro-gigante (*Cocos nucifera* L.) por meio de marcadores microssatélites e características agrônomicas**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semiárido, 2014. 100 p.

LOIOLA, C. M.; ARAGÃO, W. M.; ARAGÃO, F. B.; PEDROSO, G. T.; CAMBUI, E. V. F. **Produção de água de coco de cultivares de coqueiro amarelo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005a. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 43).

LOIOLA, C. M.; ARAGÃO, W. M.; ARAGÃO, F. B.; PEDROSO, G. T.; CAMBUI, E. V. F. **Produção de água de coco do anão vermelho e de seus híbridos com o coqueiro gigante**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005b. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 44).

LOIOLA, C. M.; ARAGÃO, W. M.; MANN, R. S.; VIÉGAS, P. R. A. **Seleção de cultivares de coqueiro**

(*Cocos nucifera* L.) com menor comprimento do estipe. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. 16 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 38).

LOIOLA, C. M.; AZEVEDO, A. O. N.; DINIZ, L. A. C.; ARAGÃO, W. M.; AZEVEDO, D. de O.; SANTOS, P. H. A. D.; RAMOS, H. C. C.; PEREIRA, M. G.; RAMOS, S. R. R. Genetic relationships among tall coconut palm (*Cocos nucifera* L.) accessions of the international coconut Genebank for Latin America and the Caribbean (ICG-LAC), evaluated using microsatellite markers (SSRs). **PLOS ONE**, v. 11, n. 3, e0151309, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0151309. 2016.

LOIOLA, C. M.; NUNES, A. de O.; DINIZ, L. E. C.; RAMOS, H. C.; SOBRAL, K. M. B.; RAMOS, S. R. R. Diversidade genética de coqueiros gigantes-do-Brasil da praia do Forte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 3., 2014, Santos. **Resumos...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2014. 1 CD-ROM.

LOIOLA, C. M.; RAMOS, S. R. R.; ARAGÃO, W. M.; NUNES, A. de O.; LINS, P. M. P.; RAMOS, H. C. C.; TUPINAMBÁ, E. A. Análise da distribuição da variabilidade genética entre acessos de coqueiro-gigante-do-Brasil-da-Praia-do-Forte através de marcadores morfoagronômicos. **Magistra**, v. 25, p. 120-121, nov. 2013a. Número especial.

LOIOLA, C. M.; RAMOS, S. R. R.; ARAGÃO, W. M.; NUNES, A. de O.; NUNES, G. H. de S. Divergência genética entre indivíduos da população de coqueiro-gigante-do-Brasil-da-Praia-do-Forte do Banco Internacional de Coco para a América Latina e Caribe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7., 2013, Uberlândia. **Variedade melhorada: a força da nossa agricultura: anais**. Viçosa, MG: SBMP, 2013b. p. 3140-3143.

LOIOLA, C. M.; RAMOS, S. R. R.; ARAGÃO, W. M.; RAMOS, H. C. C.; PEREIRA, M. G.; DINIZ, L. E. C.; NUNES, A. de O.; AZEVEDO, C. D. O.; SANTOS, P. H. A. D. Diversidade genética estimada por meio de variáveis quantitativas e moleculares em acesso de coqueiro-gigante. **Magistra**, v. 25, p. 286-287, nov. 2013c. Número especial.

LYIANAGE, D. V. **Intra-specific hybrids in coconut. I. Preliminary report on crops between typical and nana varieties**. Ceylon: Coconut Research Institute, 1956. 16 p. (Bulletin, 7).

LYIANAGE, D. V.; ABEYWARDENA, V. Correlations between seed-nut, seedling and adult palm characters in coconut. **Tropical Agriculturist**, v. 113, n. 4, p. 325-340, 1957.

MANIMEKALAI, R.; NAGARAJA, P. Interrelationships among coconut (*Cocos nucifera* L.) accessions using

RAPD technique. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, p. 1137-1144, 2006.

MARIAU, D. *Aceria (Eriophyes) guerreronis*: um importante ravageur des cocoteraies africaines et américaines. **Oléagineux**, v. 32, p. 101-111, 1977.

MARIAU, D. Comportement de *Eriophyes guerreronis* Keifer à l'égard de différentes variétés de cocotiers. **Oléagineux**, v. 41, p. 499-505, 1986.

MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. **The coconut palm: a monograph**. Emakulam: Indian Central Coconut Committee, 1958. 384 p.

MINAZZI RODRIGUES, R. S.; MELLO, M. R. P. do A; TAVARES, M. Chemical composition of eleven varieties cultivated in Brazil. In: WORLD CONGRESS OF FOOD SCIENCE TECHNOLOGY, 9., 1995, Budapeste. **Proceedings...** Budapeste: [s.n.], 1995.

MIRANDA FILHO, J. P.; VIÉGAS, G. P. Milho híbrido. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 277-340.

MIRANDA JUNIOR, J. P. de. **Floração e frutificação do coqueiro da praia**. Cruz das Almas: Instituto Agrônomo do Leste, 1955. 25 p. (IAL. Boletim técnico, v. 2, n. 1).

MORETZSOHN, M. de C.; COELHO, P. J. A.; AMARAL, Z. P. de S.; HERCOS, A. P.; TUPINAMBÁ, E. A. **Desenvolvimento e uso de marcadores microssatélites na análise da variabilidade genética de ecótipos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.)**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 25 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 16).

MULIYAR, M. K.; RETHINAM, P. Production of coconut hybrids – present and future. In: SILAS, E. G.; ARAVINDAKSHAN, M.; JOSE, A. **Coconut breeding and management**. Veiiinakkara: Keraia Agricultura University, 1991. p. 208-211.

NASS, L. L. Pré-melhoramento vegetal. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G.; FOLLE, S. M.; GUIMARÃES, E. P. (Ed.). **Pré-melhoramento de plantas: estado da arte e experiência de sucesso**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 25-38.

NINAN, C. A.; SATYABALAN, K. A. A study of natural self and cross (Dwarf x Tall) progenies of dwarf coconuts of the West Coast of India and its bearing on the genetics of the dwarf and the putative hybridity of their off-type progenies. **Caryologia**, v. 17, p. 77-91, 1964.

NUCÉ DE LAMOTHE, M. de; SANGARE, A.; MEUNIER, J.; LE SAINT, J. P. Coconut hibrid – interest and prospects: IRHO contribution to research and

- development. In: SILAS, E. G.; ARAVINDAKSHAN, M.; JOSE, A. I. (Ed.). **Coconut breeding and management**. Vellanikkara: Kerala Agricultural University, 1991. p. 26-38.
- NUCÉ DE LAMOTHE, M. de; WUIDART, W.; ROGNON, F. Premier bilan de 12 années de recherches génétiques sur le cocotier en cote-d'ivoire. **Oléagineux**, v. 35, n. 3, p. 131-144, 1980a.
- NUCÉ DE LAMOTHE, M. de; WUIDART, W.; ROGNON, F.; SANGARÉ, A. La fécondation artificielle du cocotier. **Oléagineux**, v. 35, n. 4, p. 193-206, 1980b.
- NUNES, M. U. C. Fibra e pó da casca de coco: produtos de grande importância para a indústria e a agricultura. In: ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v. 1, p. 66-75.
- PANDALAI, K. M.; SATYABALAN, K. Mass production of coconut hybrids call for cautions approach. **Coconut Bulletin**, v. 19, n. 6, p. 173-176, 1965.
- PARHAM, J. W. Coconut selection and breeding in Fiji. **Oleagineux**, v. 23, n. 6, p. 381, 1968.
- PASSOS, C. D.; PASSOS, E. E. M. **Aspectos morfológicos do caule e da folha do coqueiro anão (*Cocos nucifera*, L.)**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 13).
- PASSOS, C. D.; PASSOS, E. E. M.; PRADO, C. H. B. A. Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro-anão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 248-254, 2005.
- PASSOS, E. E. M. Morfologia do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Serviço de Produção e Informação; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1998. p. 57-64.
- PASSOS, E. E. M.; CARDOSO, B. T. **Caracterização física e química do fruto do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008.
- PASSOS, E. E. M.; CARDOSO, B. T. Variação sazonal do rendimento de óleo do fruto do coqueiro. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 5.; CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 8., Salvador, 2012. **Anais...** Salvador: Ufla, 2012. 1 CD-ROM.
- PASSOS, E. E. M.; CARDOSO, B. T.; ARAGÃO, W. M. **Qualidade do fruto de três cultivares de coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 98).
- PASSOS, E. E. M.; CASTRO, C. P.; SILVA, A. A. G.; NOGUEIRA, L. C. Coqueiro. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: Inmet, 2009. p. 394-406.
- PASSOS, E. E. M.; SILVA, S. R. da; ARAGÃO, W. M.; SEMPIONATO, O. R. **Avaliação de quatro genótipos de coqueiro na região Noroeste de São Paulo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 54).
- PATEL, J. S. **The coconut: a monograph**. Madras: Government Press, 1938. 315 p.
- PEDROSO, G. B.; SANTOS, H. C. A. C. dos; ARAGÃO, W. M. **Características da inflorescência de cultivares de coqueiro nas épocas secas e chuvosas do ano**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 15 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 21).
- PEDROSO, G. T.; FERREIRA, J. M. S.; SOUSSIN, T.; GÓIS, S. S.; RAMOS, S. R. R. Avaliação da palatabilidade de diferentes acessos de coqueiro-anão à barata-do-coqueiro *Coralimela brunnea* Thumb. (Coleoptera: chrysomelidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2008, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. p. 84.
- PEREIRA, M. G.; LEE, M. Identification of genomic regions affecting plant height in sorghum and maize. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 90, n. 3-4, p. 380-388, 1995.
- PEREIRA, M. G.; LEE, M.; BRAMEL-COX, P.; WOODMAN, W.; DOEBLEY, W.; WHITKUS, R. Construction of an RFLP map in sorghum and comparative mapping in maize. **Genome**, v. 37, n. 2, p. 236-243, Apr. 1994.
- PERERA, L.; RUSSELL, J. R.; PROVAN, J.; POWELL, W. Use of microsatellite DNA markers to investigate the level of genetic diversity and population genetic structure of coconut (*Cocos nucifera* L.). **Genome**, v. 43, n. 1, p. 15-21, 2000.
- PERSLEY, G. J. **Replanting the tree of life: towards an international agenda for coconut palm research**. Wallingford: Cabiaccar, 1992. 156 p.
- PRADO, C. H. B. A.; PASSOS, E. E. M.; MORAES, J. A. P. V. Photosynthesis and relations of six tall genotypes of *Cocos nucifera* in wet and dry seasons. **South African Journal of Botany**, v. 67, n. 2, p. 169-176, July 2001.
- RABELO, T. K.; MELO, M. F. de V.; LOIOLA, C. M.; ARAGÃO, W. M. **Germinação de sementes de cultivares de coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros

Costeiros, 2006. 4 p. (Embrapa tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 57).

RAMALHO, M. A. P.; REIS, C. A. F. Melhoria genética de plantas no Brasil: passado, presente e futuro. In: VIDAL NETO, F. das C.; CAVALCANTI, J. J. V. (Ed.). **Melhoramento genético de plantas no Nordeste**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 9-23.

RAMOS, S. R. R.; LOIOLA, C. M.; ARAGÃO, W. M.; DINIZ, L. E. C.; LINS, P. M. P.; PEREIRA, M. G.; NUNES, A. de O.; RAMOS, H. C. C.; AZEVEDO, C. D. O.; SANTOS, P. H. A. D. Análisis de la distribución de la variabilidad genética en accesiones de cocotero gigante conservados en territorio brasileño. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 9., 2013, El Salvador. **Memoria resúmenes...** El Salvador: Centa, 2013. p. 49.

RIBEIRO, F. E. **Diversidade genética molecular em populações de coqueiro gigante do Brasil (*Cocos nucifera* L.)**. 2005. 89 f. Tese (Doutorado) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

RIBEIRO, F. E.; ARAGÃO, W. M. Melhoria genética do coqueiro no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 12., 2008, Lavras. **Genética e melhoramento de fruteiras tropicais**: anais. Lavras: Ed. da UFLA, 2008. p. 92-124.

RIBEIRO, F. E.; BAUDOUIN, L.; LEBRUN, P.; CHAVES, L. J.; BRONDANI, C.; ZUCCHI, M. I.; VENCOSKY, R. Population structures of Brazilian tall coconut (*Cocos nucifera* L.) by microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 3, p. 696-702, 2010.

RIBEIRO, F. E.; SIQUEIRA, E. R. de. **Introdução, coleta e conservação de germoplasma de coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1995. 15 p. (Embrapa-CPATC. Documentos, 3).

RIBEIRO, F. E.; SOARES, A. R.; RAMALHO, M. A. P. Caracterização física dos frutos de cinco populações de coqueiro gigante (*Cocos nucifera* L.) no nordeste do Brasil. **Revista Científica Rural**, v. 2, n. 1. p. 28-34, 1997.

RIVERA, R.; EDWARDS, K. J.; BAKER, J. H. A.; ARNOLD, G. M.; AYAD, G.; HODKIN, T.; KARP, A. Isolation and characterization of polymorphic microsatellites in *Cocos nucifera* L. **Genome**, v. 24, p. 668-675, 1999.

ROGNON, F. Biologie florale du cocotier. Durée et succession des phases mâles et femelles chez divers types de cocotiers. **Oleagineux**, v. 31, n. 1, p. 13-18, 1976.

ROHDE, W.; KULLAYA, A.; RODRIGUEZ, J.; RITTER, E. Genome analysis of *Cocos nucifera* L. by PCR amplification of spacer sequences separating a subset of copia-like EcoRI repetitive elements. **Journal Genetics Breed** v. 49, p. 179-186, 1995.

ROSÁRIO, R. R. Formulation of coco beverage from mature coconut water. **The Philippine Journal of Coconut Studies**, v. 4, n. 3, p. 1-5, 1979.

SANGARÉ, A.; ROGNON, F.; NUCÉ DE LAMOTHE, M. de N. de. Les phases mâles et femelles de l'inflorescence de cocotier. Influence sur le mode de reproduction. **Oleagineux**, v. 33, n. 12, p. 609-615, 1978.

SANTOS, G. A.; CARPIO, M. C. B.; ILAGAN, M. C.; CANO, S. B.; DELA CRUZ, B. V. Flowering and early yield performance of four IRHO. Coconut hybrids in the Philippines. **Oleagineux**, v. 37, n. 12, p. 571-580, 1982.

SCHLIESKE, J. On the gall mite fauna (Acari: Eriophyoidea) of *Cocos nucifera* L. in Costa Rica. **Plant Research and Development**, v. 31, p. 72-81, 1990.

SHULL, G. H. A pure-line method of corn breeding. **Journal of Heredity**, v. 5, n. 1, p. 51-58, 1909.

SIQUEIRA, E. R. Coeficiente de repetibilidade da produção de frutos de coqueiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 4, p. 573-574, 1982.

SIQUEIRA, E. R. de; FRANÇA-DANTAS, M. S. **Melhoramento genético do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Brasil**. Aracaju: Embrapa-UEPAE de Aracaju, 1984. 19 p.

SIQUEIRA, E. R. de; RIBEIRO, F. E.; ARAGÃO, W. M. **Recomendações técnicas para obtenção de sementes híbridas de coqueiro**. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1994. 15p. (Embrapa CPATC. Circular técnica, 4).

SOBRAL, C. M. B.; RAMOS, S. R. R.; ARAGÃO, W. M.; SOBRAL, L. F.; PINTO, A. L. S.; CORDEIRO, C. de A. Avaliação preliminar de acessos de coqueiro anão por meio da utilização de descritores reprodutivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS; WORKSHOP EM BIOPROSPECÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PLANTAS NATIVAS DO SEMI-ÁRIDO, 3.; WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE BIOENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2010, Salvador. **Bancos de germoplasma**: descobrir a riqueza, garantir o futuro: anais. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010a. 1 CD-ROM. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 304).

SOBRAL, K. M. B.; ARAGÃO, W. M. de; RAMOS, S. R. R.; SOBRAL, L. F.; PINTO, A. L. S.; CORDEIRO, C. de A. Utilização de descritores morfológicos vegetativos para a caracterização preliminar de acessos de coqueiro anão. In: CONGRESSO BRASILEIRO

DE RECURSOS GENÉTICOS; WORKSHOP EM BIOPROSPECÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PLANTAS NATIVAS DO SEMI-ÁRIDO, 3.; WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE BIOENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2010, Salvador. **Bancos de germoplasma**: descobrir a riqueza, garantir o futuro: anais. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010b. 1 CD-ROM. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 304).

SOBRAL, K. M. B.; RAMOS, S. R. R.; ARAGÃO, W. M.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JUNIOR, A. T. do; PINTO, A. L. S.; CORDEIRO, C. de A. Diversidade genética entre acessos de coqueiro anão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010c. 1 CD-ROM.

SOBRAL, K. M. B.; RAMOS, S. R. R.; AZEREDO, L. S.; AMARAL JUNIOR, A. T. do; ARAGÃO, W. M. Variabilidade genética entre acessos de coqueiro-anão utilizando técnicas de análise multivariada. **Magistra**, v. 24, n. 4, p. 348-359, out./nov. 2012.

SOUSA, H. U. de; NOQUEIRA, C. C. P. **Comportamento de híbridos de coqueiro nos tabuleiros costeiros do Piauí**. Aracaju: Embrapa Meio Norte, 2005. 14 p. (Embrapa Meio Norte. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 61).

SUAREZ, G. A.; CALA, V. Influência de diferentes intensidades de ataque del ácaro del cocotero *E. guerreronis* em los rendimientos en peso fresco, masa, copra y aceite. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE PRODUCCION DE HIRSUTELLA PARA EL CONTROL BIOLOGICO DE ACAROS, 1., 1992, Guantanamo. **Resúmenes...** Habana: Centro de Información y Documentación Agropecuaria del Instituto de Investigaciones de Cítricos e otros Frutales, 1992. p. 15.

TALAMINI, V.; FERREIRA, J. M. S.; RAMOS, S. R. R. **Incidência e severidade da queima-das-folhas em cultivares de coqueiro em Pernambuco**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013. 14 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de pesquisa, 81).

TAVARES, M.; CAMPOS, N. C.; NAGATO, L. A. F.; LAMARDO, L. C. A.; INOMATA, E. L.; CARVALHO, M. F. H.; ARAGÃO, W. M. Estudo da composição química da água-de-coco-anão-verde em diferentes estágios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1988, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCTA, 1988. v. 2, p. 1262-1265.

TEULAT, B. C.; ALDAM, C.; TREHIN, R.; LEBRUN, P.; BARKER, J. H. A.; ARNOLD, G. M.; KARP, A.; BAUDOUIN, L.; ROGNON, F. Analysis of genetic diversity in coconut (*Cocos nucifera* L.) populations from across the geographic range using sequence-tagged microsatellites (STS) and RFLPs. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 100, n. 5, p. 764-771, Mar. 2000.

THIERRY, S.; FERREIRA, J. M. S.; PEDROSO, G. T.; GOIS, S. S.; RAMOS, S. R. R. Avaliação da incidência da barata-do-coqueiro *Coraliomela brunnea* Thum. (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes acessos de coqueiro anão do banco ativo de germoplasma de coco. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2008, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. p. 404-404.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

WADT, L. H. de O. **Avaliação de divergência genética em coqueiro (*Cocos nucifera* L.) usando marcadores RAPD em amostras de plantas individuais ou compostas**. 1997. 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

WADT, L. H. de O.; SAKYIAMA, N. S.; PEREIRA, M. G.; TUPINAMBÁ, E. A.; RIBEIRO, F. E.; ARAGÃO, W. M. Divergência genética entre coqueiros gigante avaliada por RAPD com amostras individuais e compostas. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 43., 1997, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Genética, 1997a. p. 262.

WADT, L. H. de O.; SAKYIAMA, N. S.; PEREIRA, M. G.; TUPINAMBÁ, E. A.; RIBEIRO, F. E.; ARAGÃO, W. M. Uso de RAPD em estudos de variabilidade em coqueiro (*Cocos nucifera* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 43., 1997, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Genética, 1997b. p. 276.

WARWICK, D. R. N.; BEZERRA, A. P. T. Identificação de germoplasma de coqueiro-anão (*Cocos nucifera*) resistente a queima-das-folhas (*Lasioidiplodia theobromae*) **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 294-296, 1990.

WARWICK, D. R. N.; BEZERRA, A. P. T.; RENARD, J. L. Reaction of coconut hybrids to leaf blight. **Oléagineux**, v. 46, n. 3, p. 100-108, 1991.

WARWICK, D. R. N.; RENARD, J. L.; BLAHA, G. La queima das folhas du cocotier. **Plantations, Recherche and Développement**, v. 1, n. 2, p. 57-62, 1994.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; RUIZ-RODRIGUEZ, M.; HARRIES, H.; COLUNGA-GARCÍA MARÍN, P. Population genetics, lethal yellowing disease and relationships among Mexican and imported coconut ecotypes. **Crop Science**, v. 46, n. 6, p. 2509-2516, 2006.

ZULUAGA, C. I.; SANCHEZ, P. A. La roña o escoriación de los frutos del cocotero (*Cocos nucifera* L.) em Colombia. **Oléagineux**, v. 26, p. 767-770, 1971.

Capítulo 4

Biotecnologia aplicada

Ana da Silva Lédo

Regina Beatriz Bernd

Leandro Eugênio Cardamone Diniz

Introdução

Nas últimas décadas, a biotecnologia tem desenvolvido ferramentas de impacto na área de melhoramento e recursos genéticos. As técnicas de cultura de tecidos têm sido aplicadas de diferentes formas em programas de melhoramento, na conservação e no intercâmbio de germoplasma, aumento da variabilidade genética para fins de seleção, na introgressão de genes de interesse, para acelerar programas de melhoramento e na clonagem de genótipos. Além disso, a Biologia Molecular também tem sido aplicada no estudo da variabilidade genética, sequenciamento e identificação de materiais potenciais para programas de melhoramento genético.

A pesquisa com propagação *in vitro* de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) iniciou-se há mais de 40 anos, quando Cutter Junior e Wilson (1954) estudaram o efeito do leite de coco durante o crescimento e desenvolvimento de embriões zigóticos. Na década de 1960, Guzman e Del Rosario (1964) estabeleceram o primeiro protocolo de cultura de embriões zigóticos de coqueiro 'Makapuno'. Por volta dos anos 1980 foram publicados os primeiros trabalhos com a clonagem do

coqueiro a partir da embriogênese somática (Branton; Blake, 1983, 1984; Gupta et al., 1984).

Estudos com a aplicação de técnicas de criopreservação para a conservação de recursos genéticos, a partir da cultura de anteras para obtenção de plantas di-haplóides e do uso de marcadores moleculares em coqueiro, são mais recentes e têm apresentado resultados bastante promissores.

O presente capítulo aborda o avanço do conhecimento da aplicação de técnicas biotecnológicas na propagação, conservação e caracterização de recursos genéticos e no melhoramento genético do coqueiro.

Cultura *in vitro* de embriões zigóticos

A introdução e o intercâmbio de germoplasma de coco por sementes têm sido substituídos, gradativamente nos últimos anos, pela cultura de embriões zigóticos, por diversos fatores, como o alto custo de transporte devido ao tamanho de suas sementes, o risco de germinação durante o transporte e a introdução de pragas e doenças.

Técnicas de cultura de embriões simples e eficientes têm sido estabelecidas por vários grupos de pesquisa em diversos países para coleta, intercâmbio e conservação de germoplasma a médio e a longo prazo (Engelmann; Batugal, 2002). No Brasil, alguns trabalhos já foram publicados (Siqueira et al., 1998; Silva, 2002; Angelo et al., 2003; Santana; Teixeira, 2004; Lédo

et al., 2007a, 2007b), entretanto a aplicação dessas técnicas requer o estabelecimento de protocolos eficientes de germinação e desenvolvimento in vitro de embriões e aclimatização, para a obtenção de plantas adaptadas às condições de campo.

Os principais protocolos para o cultivo de embriões zigóticos de coqueiro foram obtidos por institutos de pesquisa em diversos países, como PCA, UPLB, CPCRI e IRD/ORSTOM (Engelmann; Batugal, 2002) e, a partir desses, têm sido estabelecidos outros protocolos com variação nos meios de cultura, tendo em vista diferentes respostas em função do genótipo. O meio de cultura mais utilizado é o de Eeuwens (1976), denominado meio de cultura Y3 (Tabela 1), com variações na concentração de $\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, Na_2EDTA , reguladores de crescimento, fontes de carbono, carvão ativado e de outros aditivos nas diferentes etapas do cultivo in vitro em função do protocolo e do genótipo.

O protocolo de cultura de embriões zigóticos e aclimatização de plântulas de coqueiro anão-verde-do-brasil-de-jiqui (AVeBrJ) foi desenvolvido por Lédo et al. (2007b) conforme apresentado nas Figuras 1 e 2.

Em trabalho de introdução de diferentes acessos de coqueiro por cultura in vitro de embrião zigótico, Lédo et al. (2011) observaram diferenças nas porcentagens de germinação e no desenvolvimento das plântulas.

A partir do protocolo estabelecido para o coqueiro-anão AVeBrJ em 2007, a Embrapa Tabuleiros Costeiros vem conduzindo estu-

Tabela 1. Composição do meio de cultura de Eeuwens (1976) Y3.

Componente	Concentração (mg L ⁻¹)
Macronutriente	
NH ₄ Cl	535,00
KNO ₃	2.020,00
MgSO ₄ ·7H ₂ O	247,00
CaCl ₂ ·2H ₂ O	294,00
KCl	1.492,00
NaH ₂ PO ₄ ·2H ₂ O	312,00
Micronutriente	
MnSO ₄ ·4H ₂ O	11.200,00
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	7.200,00
H ₃ BO ₃	3.100,00
KI	8.300,00
CuSO ₄ ·5H ₂ O	250,00
Na ₂ EDTA·2H ₂ O	240,00
CoCl ₂ ·6H ₂ O	240,00
NiCl ₂ ·6H ₂ O	25,00
FeSO ₄ ·7H ₂ O	13.900,00
Na ₂ EDTA·2H ₂ O	37.300,00
Vitamina	
Mio-inositol	100,00
Piridoxina HCl	0,05
Tiamina HCl	0,50
Ácido nicotínico	0,05
Ca-Pantotenato	0,05
Biotina	0,05

Fonte: George et al. (1987).

dos de otimização e adaptação do protocolo para outras cultivares de coqueiro.

O ferro (Fe), considerado elemento essencial nas transformações energéticas, pode influenciar o desenvolvimento, podendo causar a oxidação de explantes (Caldas et al., 1998). Para o AVeBrJ a presença de 27,8 mg L⁻¹ de $\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ proporciona

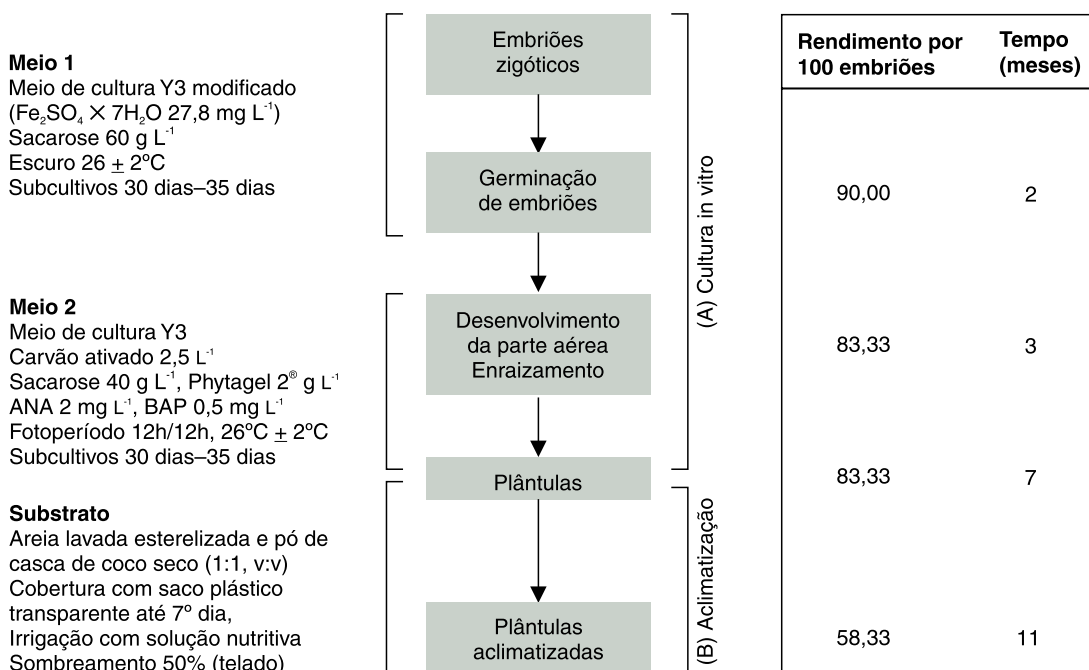


Figura 1. Etapas do protocolo de produção de mudas de coqueiro anão-verde-do-brasil-de-jiqui, a partir da cultura in vitro de embriões zigóticos.

Fonte: Lédo et al. (2007b).

uma eficiente germinação de embriões zigóticos e formação de plântulas normais (Figura 1). Em estudos com o coqueiro anão-amarelo-da-malásia (AAM) e o coqueiro gigante-do-brasil-da-praia-do-forte (GBrPF), a concentração de $13,9 \text{ mg L}^{-1} \text{ Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ no meio de germinação Y3 foi suficiente para favorecer a formação de parte aérea e raiz (Barin; Lédo, 2011).

A adição de ácido giberélico na faixa de $0,5 \mu\text{M}$ a $2 \mu\text{M}$ no meio de cultura induz maior porcentagem de germinação e melhor desenvolvimento da parte aérea para o GBrPF e o AVeBrJ (Barin; Lédo, 2011; Santos et al., 2012).

Esses resultados reforçam o fato de que o estabelecimento de um protocolo padrão

para a cultura in vitro de embriões zigóticos de diferentes cultivares não pode ser aplicado ao coqueiro, pois são necessários ajustes.

Conservação in vitro

A conservação de plantas in vitro se baseia no cultivo das coleções em laboratórios por criopreservação ou crescimento lento, a partir da técnica de cultura de tecidos, permitindo a rápida multiplicação e armazenamento de germoplasma em ambiente asséptico, livre de patógenos (George, 1993). O aprimoramento de protocolos de criopreservação e conservação por crescimento lento de coqueiro é de primordial importância como estratégia comple-

Fotos: Ana da Silva Léo

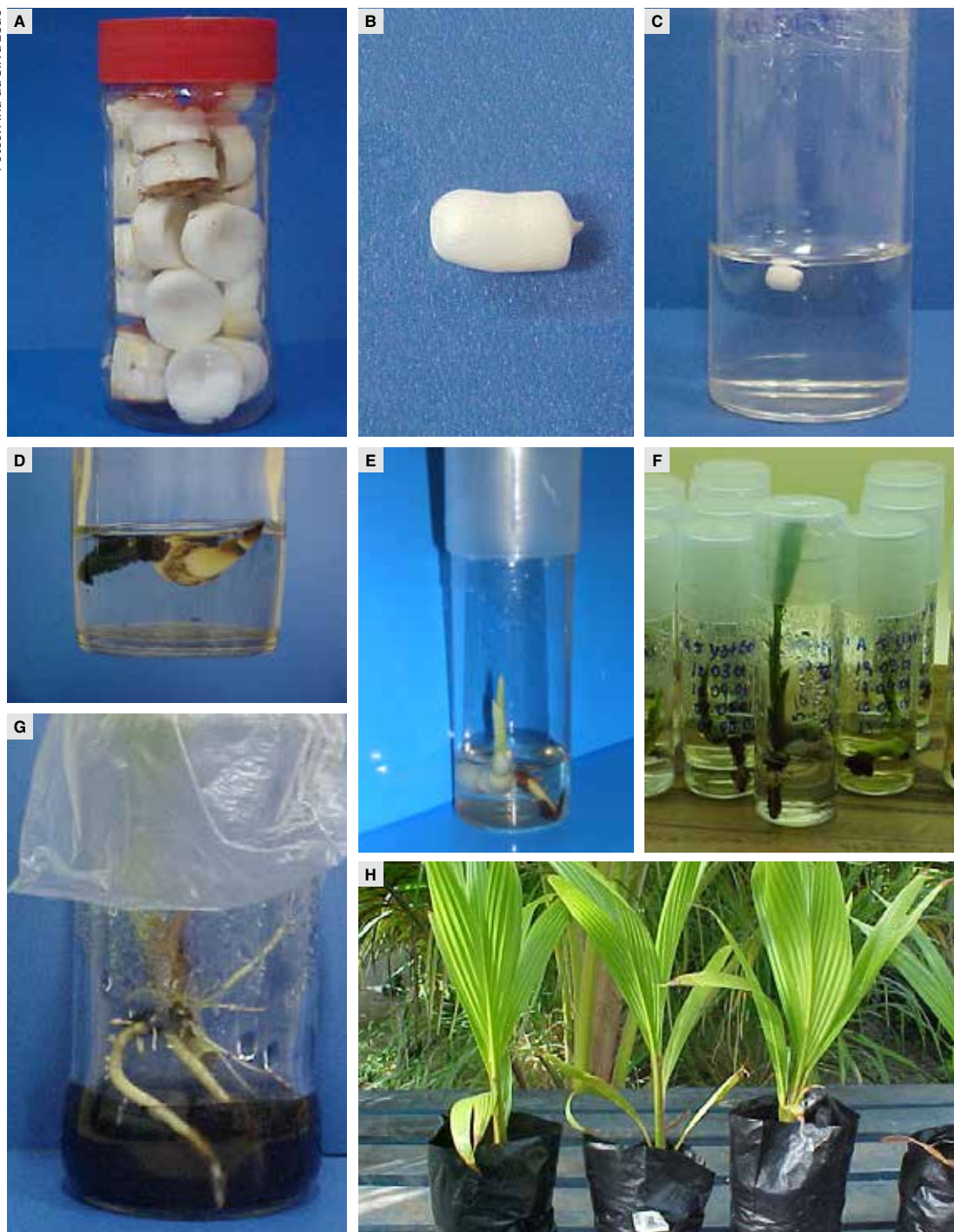


Figura 2. Esquema da produção de mudas de coqueiro anão-verde-do-brasil-de-jiqui, a partir do cultivo in vitro de embriões zigóticos. Discos de endosperma (A); embrião zigótico excisado do disco de endosperma, de frutos com 10 a 11 meses de idade (B); embrião zigótico inoculado em meio de cultura Y3 líquido (C); emissão da parte aérea e da raiz (D); plântula desenvolvida aos 70 dias de inoculação do embrião zigótico (E); plântulas desenvolvidas aos 150 dias de inoculação dos embriões zigóticos (F); plântula transferida para meio de cultura Y3 (Eeuwens, 1976) gelificado para indução de enraizamento (G); mudas em fase de aclimatização sob telado (H).

mentar de conservação e intercâmbio de germoplasma.

A conservação por crescimento lento tem sido aplicada com sucesso para diversos acessos de coqueiro. Para o AVeBrJ a adição de manitol a 0,2 M ou de sacarose de 40 g L⁻¹ a 60 g L⁻¹ proporcionam a redução do crescimento com boa taxa de sobrevivência (Lédo et al., 2007a) (Figura 3). As concentrações de 0,1 M, 0,2 M e 0,3 M de manitol inibem o crescimento da parte aérea dos acessos de AAM e anão-vermelho-de-grame (AVG), que são promissores para a conservação por crescimento lento (Lédo et al., 2014). As concentrações de 0,1 M, 0,2 M e 0,3 M de sorbitol induzem redução do comprimento da parte aérea do acesso de GBrPF (Figura 4). A presença de manitol e o sorbitol nas concentrações 0,1 M, 0,2 M e 0,3 M promovem a redução do comprimento da parte aérea dos acessos de coqueiro-gigante-rennel (GRL) e de gigante-da-polinésia (GPY) (Lédo et al., 2014).

Foto: Ana Lédo



Figura 3. Plântulas de coqueiro-anão-verde-do-brasil-de-jiqui sob crescimento lento na presença de 60 g L⁻¹ de sacarose aos 365 dias de cultivo in vitro.

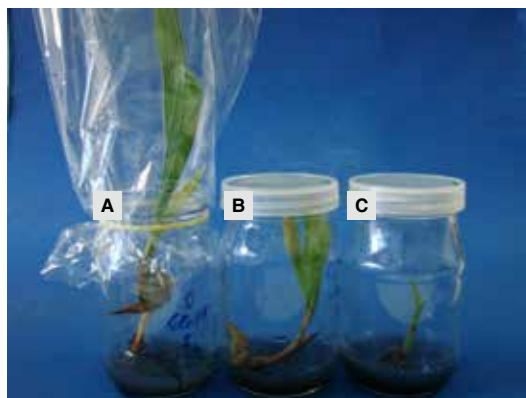


Foto: Catrine Moura

Figura 4. Efeito da ausência (A) e presença de 0,1 M (B) e 0,2 M (C) de sorbitol no crescimento da parte aérea de plântulas do coqueiro-gigante-do-brasil-praia-do-forte aos 280 dias de cultivo in vitro.

O aprimoramento de protocolos de criopreservação de coqueiro é de grande importância para estabelecer estratégias complementares de conservação e intercâmbio de germoplasma. Resultados promissores têm sido reportados para embriões zigóticos, plúmulas e pólen com diversas técnicas de criopreservação (Karun; Sajini, 2010; Malaurie et al., 2006; N'Nan et al., 2008, 2012; Sajini et al., 2006, 2011; Cueto et al., 2014; Machado et al., 2014; Lédo et al., 2018)."

As primeiras pesquisas com criopreservação de embriões zigóticos de coqueiro foram iniciadas no Brasil em 2011, com o AVeBrJ, na Embrapa Tabuleiros Costeiros, onde foi possível desenvolver os protocolos de desidratação de embriões e adaptação de metodologias para estudo da viabilidade de embriões zigóticos após a desidratação (Gomes-Copeland et al., 2012, 2015) e de criopreservação de embriões zigóticos por vitrificação com solução de criopreservação PVS3 (Nishizawa et al., 1993).

Estudos com a criopreservação de grãos de pólen de acessos de coqueiro-gigante e coqueiro-anão também foram conduzidos com resultados promissores, sendo possível obter alta taxa de viabilidade por germinação do tubo polínico de 81,93% e de 49,64%, para os acessos de GBrPF e de AVeBrJ, respectivamente, após a conservação em nitrogênio líquido (Machado et al., 2014).

Em 2012, o International Coconut Genetic Resources Network (Cogent) divulgou recomendações técnicas para o cultivo in vitro de embriões e estratégias alternativas de conservação de recursos genéticos de coqueiro com a criopreservação de calos embriogênicos e embriões zigóticos (Bourdeix, 2012).

O contínuo desenvolvimento e aprimoramento de protocolos de cultura de embrião zigótico e de conservação in vitro de recursos genéticos de coqueiro são indispensáveis para a coleta, introdução e conservação segura de germoplasma. Além disso, o programa de melhoramento possibilita a conservação da variabilidade genética existente e o resgate de embriões.

Micropropagação do coqueiro por embriogênese somática

O termo micropropagação refere-se às técnicas para propagação vegetativa de plantas in vitro, utilizando explante de pequeno tamanho como ápices caulinares e segmentos nodais e embriões zigóticos,

segundo o *Glossário de cultura de tecidos de plantas* (Carvalho et al., 2011).

Dois processos morfogênicos estão envolvidos na micropropagação: a organogênese e a embriogênese. A morfogênese vegetal vem a ser o surgimento de qualquer órgão a partir de células ou tecidos que originalmente não possuem essa forma ou estrutura.

A micropropagação do coqueiro ocorre pelo processo de embriogênese somática. A embriogênese somática é o processo de formação de embriões similares aos embriões zigóticos, porém a partir de células somáticas ou germinativas, sem que ocorra a fusão de gametas.

Pelas características morfológico-anatômicas do coqueiro e demais palmáceas, que não possuem meristemas axilares vegetativos, a embriogênese somática é a única forma de propagação clonal dessas espécies. Essa técnica permite, portanto, a clonagem de genótipos superiores, produzindo plantas com altos graus de homogeneidade. Outra vantagem da técnica é a produção de um elevado número de plantas em pequenas áreas físicas, superando os métodos tradicionais, que produzem apenas uma planta a partir de um fruto e necessitam de grandes espaços. Além disso, as plantas propagadas a partir de uma matriz certificada livre de doenças terão a mesma sanidade e consequente alto vigor.

Os primeiros trabalhos em embriogênese somática de coqueiro foram obtidos na década de 1980, utilizando como explantes

inflorescências, embriões zigóticos e folhas imaturas, por Branton e Blake (1983), Gupta et al. (1984) e Buffard-Morel et al. (1992), respectivamente. Esses três primeiros trabalhos indicavam que o processo era viável, porém, a confirmação de que embriões somáticos estavam realmente sendo produzidos só foi comprovada em 1994, pela equipe de J. L. Verdeil, com uso de técnicas de histologia, que evidenciaram a formação de calos e a diferenciação em embriões somáticos até a conversão em plantas a partir de inflorescências imaturas (Verdeil et al., 1994).

O uso da histologia auxilia nos estudos do processo (Figura 5), podendo levar a um aumento da eficiência. Por exemplo, a viabilidade do calo e seu potencial embriogênico podem ser observados por meio da presença de células meristemáticas, com citoplasma denso e divisões celulares, e de estruturas pré-embriogênicas com forma e

coloração específicas. A viabilidade do embrião somático, por sua vez, pode ser comprovada pela presença da protoderme e de feixes de procâmbio ligando os meristemas apical e radicular.

Por meio da investigação histológica da viabilidade dos tecidos, Pérez-Nuñez et al. (2006), usando plúmulas de embriões zigóticos como explantes, detectaram que a inserção de ciclos repetitivos de calogênese e embriogênese somática secundária possibilitava aumentar enormemente a eficiência da técnica, permitindo a propagação comercial de certos genótipos.

Devido à alta eficiência das plúmulas no processo de propagação in vitro por embriogênese somática, esse tecido tem sido utilizado para propagar genótipos superiores de coqueiro-anão, que são autotecundados. Entretanto, para assegurar

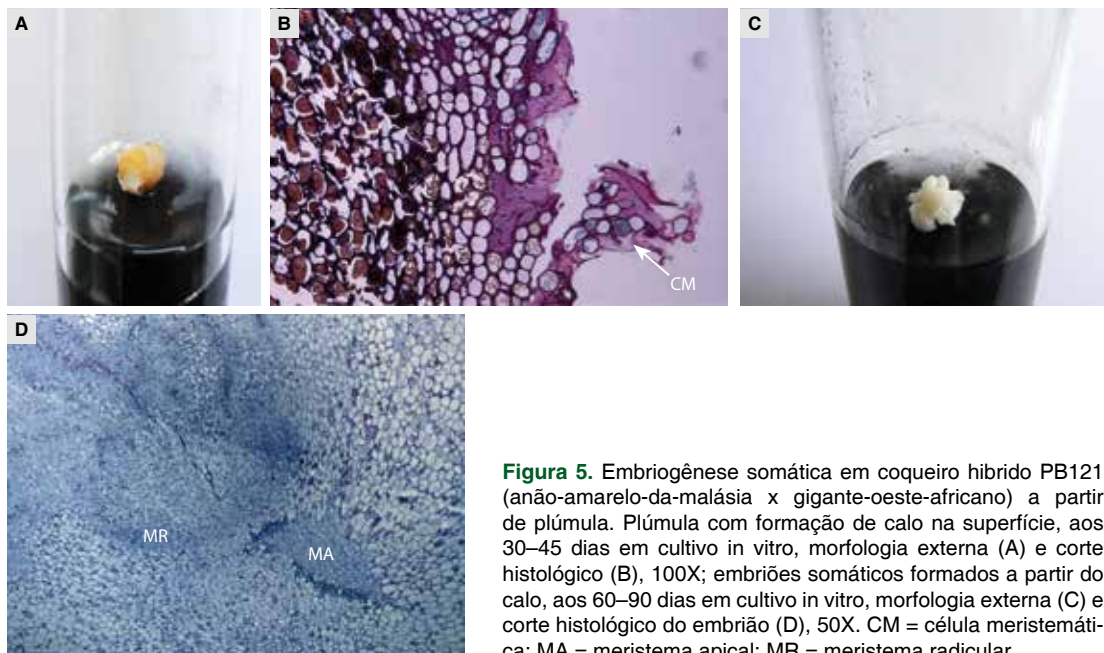


Foto: Regina Bernd

Figura 5. Embriogênese somática em coqueiro híbrido PB121 (anão-amarelo-da-malásia x gigante-oeste-africano) a partir de plúmula. Plúmula com formação de calo na superfície, aos 30–45 dias em cultivo in vitro, morfologia externa (A) e corte histológico (B), 100X; embriões somáticos formados a partir do calo, aos 60–90 dias em cultivo in vitro, morfologia externa (C) e corte histológico do embrião (D), 50X. CM = célula meristemática; MA = meristema apical; MR = meristema radicular.

a propagação clonal, especialmente em coqueiros-gigantes e seus híbridos que possuem fecundação cruzada, a embriogênese somática deve se dar a partir de outros tecidos.

Os protocolos de clonagem que apresentaram sucesso foram obtidos a partir de explantes oriundos das inflorescências (Verdeil et al., 1994), de ovários e anteras (Perera et al., 2007, 2008), respectivamente, tendo o último produzido plantas haplóides, de grande importância para os programas de melhoramento genético.

Contudo, os trabalhos de clonagem de coco por embriogênese somática ainda apresentam resultados insatisfatórios para uma produção de mudas em larga escala, e estudos estão sendo desenvolvidos em vários países para melhorar a eficiência da técnica. De acordo com os resultados apresentados por pesquisadores de oito países (Thomas et al., 2010), no *IV Workshop de Embriogênese Somática para Multiplicação Rápida do Coqueiro*, na *Conferência Internacional Coconut Biodiversity for Prosperity*, realizada na Índia em 2010, alguns fatores foram apontados como dificuldades da técnica, e que precisam ser mais bem investigados. Entre eles estão a genótipo-dependência, com variações de resultados planta a planta; as influências da sazonalidade na coleta dos explantes e da fonte de carvão ativado no meio de cultura; e formações de embrióides fusionados e raízes pré-maturas, dificultando a fase de germinação dos embriões somáticos.

Produção de di-haploides

O domínio da técnica de produção de linhagens di-haploides possibilita a produção de híbridos de linhagens endogâmicas de coqueiro, num menor tempo e com menor custo, comparado com os métodos tradicionais. Por meio da metodologia tradicional, são necessárias pelo menos cinco gerações de autofecundação para a obtenção de linhagens que possam ser consideradas endogâmicas para fins de melhoramento vegetal (96,875 dos locos em homozigose). Considerando que um ciclo de avaliação do coqueiro é de cerca de 10 anos, em 60 anos será possível a obtenção de linhagens endogâmicas de coqueiro. Utilizando a tecnologia de di-haploides, esse tempo poderá ser abreviado para aproximadamente 1 a 2 anos, a partir da metodologia validada (Perera et al., 2008).

Poucos estudos têm sido conduzidos com a cultura in vitro de anteras em coqueiro. Em espécies lenhosas a androgênese tem obtido pouco sucesso (Peixe et al., 2004). Diversos autores iniciaram estudos na década de 1980, mas com baixa eficiência (Kovoor, 1981; Iyer, 1981; Guzman, 1983 citados por Perera et al., 2008). Segundo relatos de Reynolds (1997) vários tratamentos estressantes são necessários para o bloqueio do desenvolvimento gametofítico e indução da embriogênese em micrósporos.

Resultados de pesquisa promissores foram publicados em 2008, com a obtenção de um protocolo de produção de plantas haploides a partir da cultura de anteras de coqueiro cultivar Sri Lanka (Perera et al., 2008).

Biologia molecular aplicada ao melhoramento do coqueiro

Diferentes métodos podem ser utilizados para caracterizar a variabilidade genética das cultivares de coqueiro e estudar as suas relações entre populações. A avaliação por meio de caracteres morfológicos e agrônômicos pode fornecer informações importantes tanto sobre a diversidade quanto a utilização potencial dessas cultivares. Essa caracterização leva em conta os caracteres morfológicos e de produção: estipe, folhas, inflorescências, forma, cor e composição de frutos, número de cachos e de frutos, entre outros. Entretanto, esse método apresenta limitações por sofrer influência do ambiente e a variabilidade genética real pode não ser devidamente avaliada. Como a maioria dos caracteres de interesse agrônômico é influenciada pelo ambiente, os marcadores moleculares têm sido utilizados com sucesso para avaliar a variabilidade genética, uma vez que são altamente polimórficos e não são influenciados pelo ambiente.

Entre os marcadores moleculares utilizados em caracterizações, os que se baseiam na amplificação de microssatélites, *simple sequence repeats* (SSR), constituem, de acordo com Ferreira e Grattapaglia (1996), a classe mais polimórfica de marcadores moleculares disponíveis.

Essa técnica detecta variações em locus de sequências repetidas em *tandem*, constituídas de um a cinco nucleotídeos de compri-

mento, que se encontram espalhadas por todo o genoma de organismos eucariotos e, além disso, apresenta herança codominante, ou seja, há diferenciação entre indivíduos homozigotos e heterozigotos. Devido a essas características, marcadores SSR tornam-se os mais indicados para análise genética de populações, sistemas de cruzamento, mapas de ligação, entre outros, tendo sido utilizados em estudos com diversas espécies de plantas (Ferreira; Grattapaglia, 1996; Moretzsohn et al., 2001).

O SSR é uma técnica de consistência e polimorfismo altos, demanda tempo significativo para a obtenção dos resultados, alto custo devido à necessidade do desenvolvimento dos primers e do gel de poliacrilamida (Milach, 1998), porém esse custo pode ser minimizado se os primers já tiverem sido desenvolvidos.

Nos estudos com coco utilizando marcadores SSR, Perera et al. (2000) investigaram o nível de diversidade genética em 130 indivíduos usando oito primers. Teulat et al. (2000) analisaram a variabilidade genética em 31 plantas provenientes de 14 populações, utilizando por meio de 39 primers, enquanto Rajesh et al. (2008) estudaram a diversidade genética em 100 plantas representantes de 26 acessos, empregando para isso 14 primers. Aplicações de marcadores SSR no estudo de linhas homozigóticas a partir do cultivo de anteras foram reportadas por Perera et al. (2009).

A diversidade genética em dez populações de coqueiro-gigante do Brasil foi avaliada por Ribeiro et al. (2010) com marcadores SSR

visando à caracterização da variabilidade genética, à estrutura populacional, ao sistema reprodutivo, ao padrão espacial da variabilidade genética e ao entendimento dos aspectos histórico-evolutivos dessas populações. Além disso, as informações geradas nesse trabalho forneceram informações importantes na estratégia de coleta, conservação e utilização do germoplasma de coqueiro no Brasil, contribuindo para a identificação de diferenças geneticamente importantes para o direcionamento dos cruzamentos e produção de híbridos.

Referências

- ANGELO, P. C. da S.; LEAL, M. L.; GOMES, K. K. P. Cultivo in vitro de embriões zigóticos provenientes de variedades brasileiras de coco (*Cocos nucifera* L.). *Ciência Rural*, v. 8, p. 66-72, 2003.
- BARIN, L. B.; LÉDO, A. da S. Avaliação de técnicas biotecnológicas para propagação sexuada e conservação in vitro de coqueiro. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS, 1., 2011, Aracaju. *Anais...* Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. p. 44-48.
- BOURDEIX, R. (Coord.). **Developing in vitro culture and cryopreservation of embryogenic calluses and zygotic embryos as alternative coconut conservation strategies**. Kochi: Cogent, 2012. 2 p. (Official Recommendation Letter, 2012-9).
- BRANTON, R. L.; BLAKE, J. Clonal propagation of coconut palm. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COCOA AND COCONUTS, 1984, Kuala Lumpur. **Proceedings...** Kuala Lumpur: Malaysian Agricultural Research, 1984. p. 1-9.
- BRANTON, R. L.; BLAKE, J. Development of organized structures in callus derived from explants of *Cocos nucifera* L. *Annals of Botany*, v. 52, n. 5, p. 673-678, 1983.
- BUFFARD-MOREL, J.; VERDEIL, J. L.; PANNETIER, C. Embryogénese somatique du cocotier (*Cocos nucifera* L.) à partir d'explants foliaires: étude histologique. *Canadian Journal of Botany*, v. 70, n. 4, p. 735-741, 1992.
- CARVALHO, A. C. P. P.; TORRES, A. C.; BRAGA, E. J. B.; LEMOS, E. E. P.; SOUZA, F. V. D.; PETERS, J. A.; WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Glossário de cultura de tecidos de plantas. **Plant Cell and Micropropagation**, v. 7, n. 1, p. 30-60, 2011.
- CUETO, C.; RIVERA, R. L.; KIM, H. H.; KONG, H. J.; BAEK, H. J.; SEBASTIAN, L.; PARK, H. J. Development of cryopreservation protocols for cryobanks of coconut zygotic embryos. **Acta Horticulture**, v. 1039, p. 297-300, 2014.
- CUTTER JUNIOR, V. M.; WILSON, K. S. Effect of coconut endosperm and other growth stimulants upon the development in vitro of embryos of *Cocos nucifera*. **Botanical Gazette**, v. 115, n. 3, p. 234-240, Mar. 1954.
- EEUWENS, C. J. Mineral requirements for growth and callus initiation of tissue explants excised from mature coconut palms (*Cocos nucifera*) and cultured in vitro. **Physiologia Plantarum**, v. 36, n. 1, p. 23-28, 1976.
- ENGELMANN, F.; BATUGAL, P. A. Background on the development and implementation of the coconut embryo in vitro culture project. In: ENGELMANN, F.; BATUGAL, P. A.; OLIVER, J. (Ed.). **Coconut embryo in vitro culture**. Malaysia: IPGRI-APO, 2002. v. 2, p. 1-4.
- FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN, 1996. 220 p. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 20).
- GEORGE, E. F. **Plant propagation by tissue culture: The technology**. 2nd ed. Edington: Exegetics, 1993. v. 1, 575 p.
- GEORGE, E. F.; PUTTOCK, D. J. M.; GEORGE, H. J. **Plant media culture: formulations and uses**. Edington: Exegetics Limited, 1987. 567 p.
- GOMES-COPELAND, K. K. P.; LÉDO, A. da S.; ALMEIDA, F. T. C.; MIRANDA, R. P.; SANTOS, I. R. I. Assessing the viability of cryopreserved coconut zygotic embryos by electrolytic conductivity and potassium leaching. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 8-13, 2012.
- GOMES-COPELAND, K. K. P.; SANTOS, I. R. I.; ALMEIDA, F. T. C.; LÉDO, A. S. Performance of cryoprotectants, dehydration methods and tetrazolium test on the zygotic embryos of BGD coconut. **Scientia Plena**, v. 11, p. 1-7, 2015.
- GUPTA, P. K.; KENDURKAR, S. V.; KULKARNI, V. M.; SHIRGURKAR, M. V.; MASCARENHAS, A. F. Somatic embryogenesis and plants from zygotic embryos of coconut (*Cocos nucifera* L.) in vitro. **Plant Cell Reports**, v. 3, n. 6, p. 222-225, 1984.
- GUZMAN, E. V. de; DEL ROSARIO, A. G. The growth and development of makapuno coconut in vitro. **Philippine Agriculturist**, v. 48, n. 2, p. 82-94, 1964.

- KARUN, A.; SAJINI, K. K. Cryopreservation of coconut zygotic embryos and pollen. Kerala: Central Plantation Crops Research Institute, 2010. 18p. (Technical bulletin, 63).
- LÉDO, A. da S.; CUNHA, A. O.; ARAGÃO, W. M. de; TUPINAMBÁ, E. A. Efeito da sacarose e do manitol na conservação in vitro por crescimento lento. **Magistra**, v. 19, p. 346-351, 2007a.
- LÉDO, A. da S.; GOMES, K. K. P.; BARBOZA, S. B. S. C.; VIEIRA, G. S. S.; ARAGÃO, W. M. de; TUPINAMBÁ, E. A. Cultivo in vitro de embriões zigóticos e aclimação de plântulas de coqueiro-anão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 147-154, 2007b.
- LÉDO, A. da S.; MACHADO, C. A.; MOURA, C. R. F.; RAMOS, S. R. R.; SILVA, A. V. C.; LÉDO, C. A. S. Mannitol for coconut ex situ conservation by minimum growth. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 2, p. 148-151, 2014.
- LÉDO, A. da S.; RAMOS, S. R. R.; DINIZ, L. E. C.; KONAN, K.J.L. Performance of coconut embryo culture accessions introduced at International Coconut Genebank for Latin America and the Caribbean (ICG-LAC). **Acta Horticulturae**, v. 918, p. 161-166, 2011.
- LÉDO, A. S.; JENDEREK, M.; SKOGERBOE, D.; STAATS, E.; MACHADO, C. de A.; OLIVEIRA, L. A. R. de. Cryopreservation of zygotic embryos of the Brazilian Green Dwarf coconut. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 4, p. 514-517, Apr. 2018.
- MACHADO, C. A.; MOURA, C. R. F.; LEMOS, E. E. P.; RAMOS, S. R. R.; RIBEIRO, F. E.; LÉDO, A. da S. Pollen grains viability of coconut accessions at low temperatures. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 36, n. 2, p. 227-232, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asagr/v36n2/v36n2a12.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2014.
- MALAUURIE, B.; BANDUPRIYA, H. D. D.; FERNANDO, S. C.; VERDEIL, J.-L. Optimisation du procédé de cryoconservation de la plumule de cocotier. **Les Actes du Bureau des Ressources Genétiques**, v. 6, p. 449-468, 2006.
- MILACH, S. **Marcadores moleculares em plantas**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1998. 141 p.
- MORETZSOHN, M. de C.; COELHO, P. J. A.; AMARAL, Z. P. de S.; TUPINAMBÁ, E. A. **Desenvolvimento e uso de marcadores microssatélites na análise da variabilidade genética de ecótipos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.)**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 25 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 16).
- NISHIZAWA, S.; SAKAI, A.; AMANO, Y.; MATSUZAWA, T. Cryopreservation of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) embryogenic suspension cells and subsequent plant regeneration by vitrification. **Plant Science**, v. 91, p. 67-73, 1993.
- N'NAN, O.; BORGES, M.; KONAN, J.-L. K.; HOCHER, V.; VERDEIL, J.-L.; TREGAR, J.; N'GUETTA, A. S. P.; ENGELMANN, F.; MALAUURIE, B. A simple protocol for cryopreservation of zygotic embryos of ten accessions of coconut (*Cocos nucifera* L.). **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, v. 48, n. 2, p. 160-166, 2012.
- N'NAN, O.; HOCHER, V.; VERDEIL, J.-L.; KONAN, J. L.; BALO, K.; MONDEIL, F.; MALAUURIE, B. Cryopreservation by encapsulation-dehydration of plumules of coconut (*Cocos nucifera* L.). **CryoLetters**, v. 29, n. 4, p. 339-350, 2008.
- PEIXE, A.; BARROSO, J.; POTES, A.; PAIS, M. S. Induction of haploid morphogenic calluses from *in vitro* cultured anthers of *Prunus armeniaca* cv. 'Harcot'. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v. 77, p. 35-41, 2004.
- PERERA, L.; RUSSELL, J. R.; PROVAN, J.; POWELL, W. Use of microsatellite DNA markers to investigate the level of genetic diversity and population genetic structure of coconut (*Cocos nucifera* L.). **Genome**, v. 43, n. 1, p. 15-21, 2000.
- PERERA, P. I. P.; HOCHER, V.; VERDEIL, J. L.; BANDUPRIYA, H. D. D.; YAKANDAWALA, D. M. D.; WEERAKOON, L. K. Androgenic potential in coconut (*Cocos nucifera* L.). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 92, p. 293-302, 2008.
- PERERA, P. I. P.; HOCHER, V.; VERDEIL, J. L.; DOULBEAU, S.; YAKANDAWALA, D. M. D.; WEERAKOON, L. K. Unfertilized ovary: a novel explant for coconut (*Cocos nucifera* L.) somatic embryogenesis. **Plant Cell Reports**, v. 26, n. 1, p. 21-28, 2007.
- PERERA, P. I. P.; YAKANDAWALA, D. M. D.; HOCHER, V.; VERDEIL, J.-L.; WEERAKOON, L. K. Effect of growth regulators on microspore embryogenesis in coconut anthers. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 96, p. 171-180, 2009.
- PÉREZ-NUÑEZ, M. T.; CHAN, J. L.; SÁENZ, L.; GONZÁLEZ, T.; VERDEIL, J. L.; OROPEZA, C. Improved somatic embryogenesis from *cocos nucifera* (L.) plumule explants. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 42, n. 1, p. 37-43, 2006.
- RAJESH, M. K.; NAGARAJAN, P.; JERARD, B. A.; ARUNACHALAM, V.; DHANAPAL, R. Microsatellite variability of coconut accessions (*Cocos nucifera* L.)

from Andaman and Nicobar Islands. **Current Science**, v. 94, n. 12, p. 1627-1631, 2008.

REYNOLDS, T. L. Pollen embryogenesis. **Plant Molecular Biology**, v. 33, n. 1, p. 1-10, 1997.

RIBEIRO, F. E.; BAUDOUIN, L.; LEBRUN, P.; CHAVES, L. J.; BRONDANI, C.; ZUCHI, M. I.; VENCOSKY, R. Population structures of Brazilian tall coconut (*Cocos nucifera* L.) by microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 33, n. 4, p. 696-702, 2010.

SAJINI, K. K.; KARUN, A.; KUMARAN, P. M. Cryopreservation of coconut (*Cocos nucifera* L.) zygotic embryos after pregrowth desiccation. **Journal of Plantation Crops**, v. 34, n. 3, p. 576-581, 2006.

SANTANA, M. C.; TEIXEIRA, S. L. Influência do ácido naftalenoacético no crescimento e enraizamento *in vitro* de plântulas de coqueiro (*Cocos nucifera* L.). **Biologia Geral e Experimental**, v. 5, n. 1, p. 30-33, 2004.

SANTOS, J. E.; LEDO, A. S.; MACHADO, C. A.; ARAUJO, A. G. Estabelecimento de protocolos para cultura *in vitro* de novas cultivares de coqueiro. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS, 2., 2012, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. p. 44-48.

SILVA, V. dos S. **Regeneração in vitro de embriões de *Cocos nucifera* L.** 2002. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

SIQUEIRA, E. R.; RIBEIRO, F. E.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. Melhoramento genético do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **Cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1998. p. 73-95.

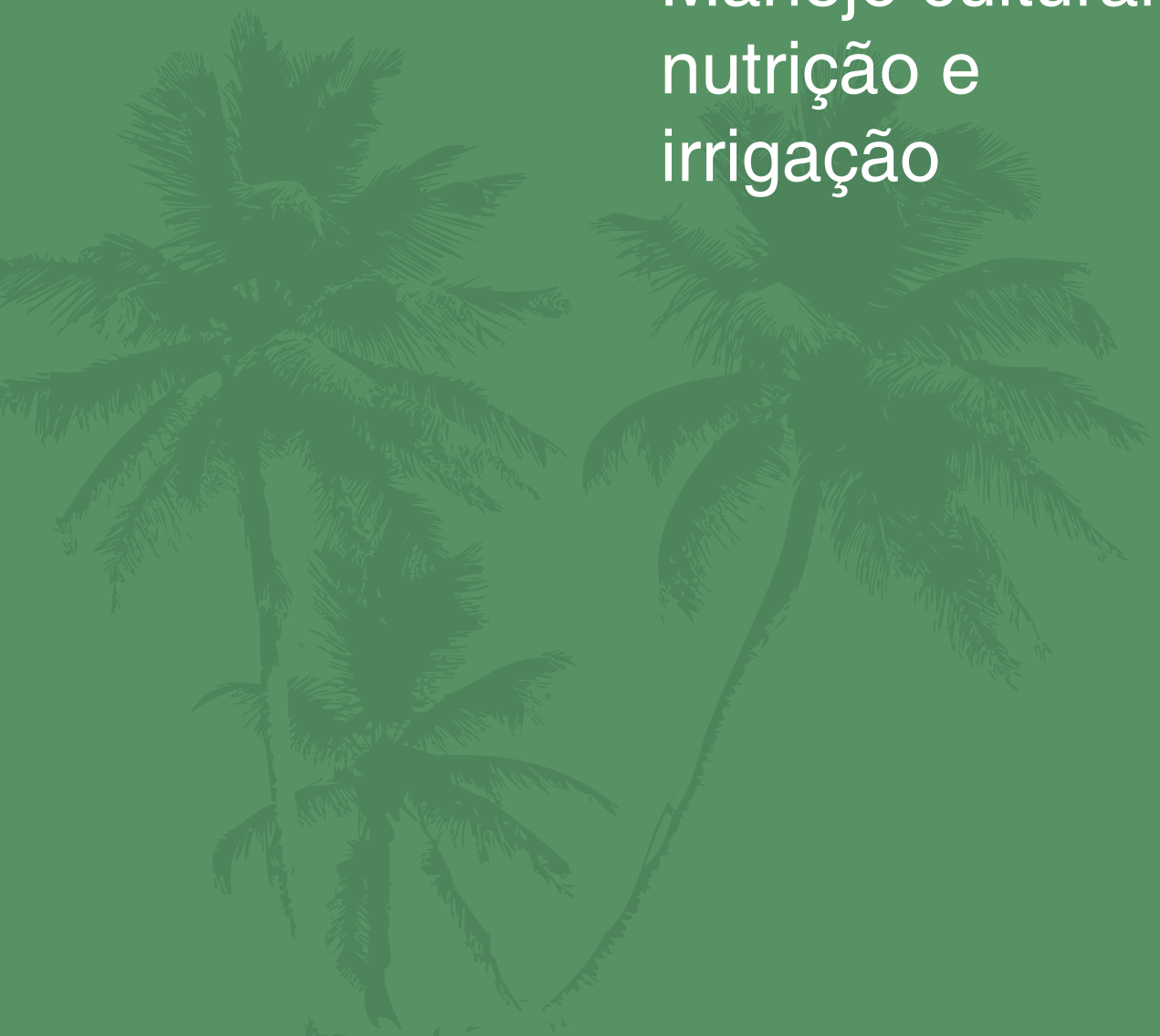
TEULAT, B.; ALKDAM, C.; LEBRUN, P.; BARKER, J. H. A.; ARNOLD, G. M.; KARP, A.; BAUDOUIN, L.; ROGNON, F. An analysis of genetic diversity in coconut (*Cocos nucifera* L.) populations from across the geographic range using sequence-tagged microsatellites (SSRs) and AFLPs. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 100, p. 764-771, 2000.

THOMAS, G. V.; KRISHNAKUMAR, V.; JERARD, B. A.; NIRAL, V.; JOSEPHRAJKUMAR, A. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COCONUT BIODIVERSITY FOR PROSPERITY, 2010, Kerala. **[Proceedings...]** Kerala: Central Plantation Crops Research Institute, 2010. 217 p.

VERDEIL, J. L.; HUET, C.; GROSDÉMANGE, F.; BUFFARD-MOREL, J. Plant regeneration from cultured immature inflorescences of coconut (*Cocos nucifera* L.): evidence for somatic embryogenesis. **Plant Cell Reports**, v. 13, n. 3-4, p. 218-221, 1994.

PARTE 4

Manejo cultural, nutrição e irrigação



Capítulo 1

Produção de mudas e implantação

Humberto Rollemberg Fontes

Joana Maria Santos Ferreira

Edson Eduardo Melo Passos

Introdução

O planejamento adequado para instalação do coqueiral constitui-se numa etapa da maior importância, e que, por certo, se refletirá nos resultados a serem obtidos. Além de se observar as questões de solo e clima, o produtor deve estabelecer objetivos e metas a serem alcançados, de forma a obter resultados economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis.

A depender do mercado que se pretende atender, pode-se optar pelo plantio da variedade do coqueiro-anão, quando o objetivo é a produção de água de coco, e pelo plantio do coqueiro-gigante ou coqueiro híbrido (indicados para a produção do coco-seco). De maneira geral, os plantios realizados com o coqueiro-anão utilizam sistemas intensivos de produção com irrigação localizada, implantado em triângulo equilátero, possibilitando assim maior aproveitamento da área de plantio em função do aumento de 15% do número de plantas em relação ao sistema em quadrado. As áreas implantadas com o coqueiro-gigante caracterizam-se pela utilização de maiores espaçamentos,

podendo ser realizado em quadrado, situação esta que aumenta a possibilidade de consorciação de culturas nas entrelinhas, principalmente durante a fase jovem ou mesmo a associação com animais durante a fase adulta. O plantio com a cultivar híbrida, resultante do cruzamento entre o coqueiro-gigante e o coqueiro-anão ainda é pouco expressivo no Brasil, concentrando-se em áreas empresariais, onde se utiliza sistemas de produção irrigado e/ou sequeiro a depender das características edafoclimáticas de cada região.

O tamanho do empreendimento é outro fator que condiciona o tipo de exploração a ser adotado. Enquanto nos grandes plantios o objetivo principal é maximizar a produtividade em função do maior número de plantas e adoção de sistemas intensivos de produção, no caso do pequeno produtor, a prioridade deve ser a utilização de sistemas integrados de produção, caracterizados pelo baixo uso de insumos externos e pela diversificação do sistema produtivo como um todo. Em ambos os casos, o manejo a ser adotado deve ser considerado como da maior importância, uma vez que poderá condicionar o sucesso do empreendimento.

Sistemas de produção de mudas de coqueiro

Os sistemas de produção de mudas de coqueiros vêm se modificando ao longo dos últimos anos, indicando uma evolução no que se refere à definição da muda ideal para plantio. Na região Nordeste do Brasil, onde tradicionalmente é cultivado o coqueiro da

variedade gigante, predominam sistemas de exploração semiextrativistas, nos quais o coco-semente, muitas vezes, é plantado diretamente no campo ou utilizando-se mudas estioladas, produzidas em condição de sombreamento, situações as quais não são observados qualquer critério técnico de seleção das mudas e de qualidade genética das sementes. Em geral, são utilizados dois sistemas de produção de mudas, o tradicional, em que as mudas passam pelas fases de germinadouro e viveiro, e o alternativo, no qual a muda vai direto do germinadouro para o campo. Esse último sistema têm apresentado resultados altamente positivos, tendo em vista a redução dos custos de produção das mudas e as menores perdas observadas em campo.

São apresentadas a seguir algumas considerações a respeito das vantagens e desvantagens observadas para utilização desses dois sistemas, cabendo ao produtor a opção por aquele que melhor se adapte às condições locais.

Critérios para seleção das sementes

As plantas matrizes das variedades de coqueiro-gigante e de coqueiro-anão a serem selecionadas para fornecimento de sementes devem apresentar cicatrizes foliares pouco espaçadas; grande número de folhas (30 a 35); cachos com muitos frutos, os quais devem ser bem apoiados sobre a raque das folhas; pedúnculo curto; e numerosas flores femininas. Os frutos devem ser de tamanho médio a grande para o

coqueiro-gigante e de tamanho pequeno a médio para o coqueiro-anão. Para o plantio do coqueiro-gigante, que apresenta fecundação cruzada, recomenda-se que as sementes sejam coletadas em populações isoladas e homogêneas. Para o plantio do coqueiro-anão, o procedimento é mais simplificado, pois as cultivares Amarelo e Vermelho apresentam alto percentual de autofecundação, em que os descendentes são praticamente idênticos aos pais. Para essas cultivares, o importante é certificar-se da legitimidade da população original, ou então proceder a seleção no germinadouro, através da cor do coleto das plântulas. Para o coqueiro-anão-verde, devido à possibilidade de 20% de fecundação cruzada e pela dificuldade de seleção com base na coloração do coleto no germinadouro, considerando-se a cor verde predominante entre as demais, é imprescindível observar os critérios de isolamento e homogeneidade da população da qual serão coletadas as sementes. (Recomendações..., 1993).

Com relação à utilização de sementes híbridas, um entrave sério para a expansão da área de cultivo no Brasil é a pequena oferta atual de sementes comerciais acessíveis à maioria dos produtores. Uma questão importante na exploração do híbrido é a inconveniência da utilização de suas sementes para plantio. Como no caso dos híbridos de outras espécies, os plantios oriundos de sementes de coqueiros híbridos resultam em culturas muito desuniformes para as características de interesse agrícola, como precocidade, produção, tamanho dos frutos, dentre outras, causando, conseqüentemente, prejuízos aos produtores. No caso de

pequenos produtores, principalmente dos que se dedicam à produção do coco-seco, é sempre possível fazer uma boa seleção de sementes a partir de populações de plantas homogêneas, com características favoráveis de produção e qualidade dos frutos.

As sementes devem ser colhidas completamente secas, com aproximadamente 11 ou 12 meses de idade e posteriormente estocadas ao ar livre para completar a maturação. Recomenda-se um período de estocagem de 10 dias para sementes do coqueiro-anão e de 21 dias para o do coqueiro-gigante. Devem-se selecionar sementes de tamanho médio, arredondadas, livres da ação de pragas e doenças.

Sistema tradicional de produção de mudas

As mudas produzidas pelo sistema tradicional passam por duas fases: germinadouro e viveiro. O germinadouro tem como objetivo selecionar o material antes de ser transferido para o viveiro. Baseia-se principalmente no critério de velocidade de germinação das sementes, eliminando-se também plantas raquíticas e mal formadas. O viveiro é a fase posterior, na qual as plantas são selecionadas de acordo o seu vigor e estado fitossanitário.

Germinadouro

Os canteiros devem ser preparados com 1,0 m a 1,5 m de largura com comprimento variável de acordo com o número de sementes, separados entre si por passagens

de 0,5 m a 1,0 m de largura para facilitar a execução dos tratos culturais. Para cada metro quadrado de canteiro, podem ser colocadas, aproximadamente, 20 a 25 sementes para o coqueiro-gigante e 25 a 30 para o coqueiro-anão. Essas são distribuídas horizontalmente uma ao lado da outra e cobertas com solo até aproximadamente 2/3 da altura da semente (Figura1), ou na posição vertical o que possibilita um aumento da densidade de plantio, a qual varia de acordo com o tamanho das sementes.

Com relação ao melhor posicionamento das sementes no germinadouro, Wuidart e Lamothe (1981) concluíram que, embora tenha sido observada maior velocidade inicial da germinação das sementes na posição horizontal, não foi constatada diferença em relação à posição vertical ao final do período de avaliação. As variações observadas entre variedades foram relacionadas tanto ao conteúdo de água das sementes como também à distância entre o embrião e o endosperma líquido. Dessa forma, o maior retardamento da germinação (3 a 4 semanas) observado no coqueiro-gigante-do-oeste-africano foi atribuído à forma oblonga do fruto com apenas 10% do seu volume em água, distante, portanto do embrião. Entretanto, a maior precocidade do coqueiro-gigante-de-rennel foi relacionada ao maior conteúdo em água (23%) e ao maior diâmetro equatorial em relação ao diâmetro polar, reduzindo assim a distância entre o albúmen e o embrião. O coqueiro-anão-amarelo-da-malásia apresentou posição intermediária em função do formato arredondado do fruto e do conteúdo em

Foto: Humberto R. Fontes



Foto: Joana M. Santos Ferreira



Figura 1. Detalhe da distribuição das sementes no germinadouro nas posições horizontal (A) e vertical (B).

água estimado em 18%. Concluíram assim que, além de não apresentar diferenças no índice de germinação, as sementes colocadas na posição vertical, apresentam, entre outras, as seguintes vantagens: melhor centralização da muda quando produzida em sacos plásticos, menor quebra do coleto por ocasião da repicagem e do transporte, maior probabilidade de enraizamento no campo e possibilidade de realizar o plantio mais profundo.

Após a demarcação do germinadouro, quando se faz a opção pela distribuição das sementes na posição vertical, o produtor tem como alternativa realizar a abertura das covas para colocação de cada semente individualmente, utilizando-se um cavador manual e obedecendo a densidade de plantio previamente estabelecida. Esse sistema elimina os custos referentes à abertura dos canteiros normalmente observados no sistema em que as sementes são distribuídas horizontalmente.

A irrigação do germinadouro é de fundamental importância para acelerar a velocidade de germinação das sementes. A necessidade de água nesta fase é de 6 mm dia⁻¹ a 7 mm dia⁻¹, que corresponde a, no mínimo, 60.000 L a 70.000 L de água por hectare por dia. Recomenda-se a aplicação da irrigação em dois turnos: início da manhã e final da tarde.

As sementes, quando colhidas completamente secas (11 a 12 meses), iniciam a germinação entre 40 e 60 dias no caso do coqueiro-anão, 70 a 90 dias do híbrido PB 121, e 100 a 150 dias do coqueiro-gigante (Taffin; Ouvrier, 1992).

O material a ser transferido para o viveiro deve apresentar uma só brotação com altura em torno de 15 cm a 20 cm (Figura 2). Devem-se eliminar plantas raquíticas com limbo reduzido, albinas, ou que apresentem poliembrionia. Depois do arranquio das plântulas, procede-se a poda total das



Figura 2. Detalhe da germinação da semente com emissão de raízes em fase de repicagem do germinadouro para o viveiro.

raízes antes da repicagem para o viveiro. É importante salientar que sementes não germinadas até 120 dias devem ser descartadas, pois a velocidade de germinação está diretamente correlacionada com a precocidade de produção da planta. (Recomendações..., 1993).

O germinadouro deve ser mantido livre de infestação de plantas daninhas, como forma de reduzir a competição por umidade do solo e possível transmissão de doenças, como ocorre em relação à doença podridão-seca. A utilização de cobertura morta à base de fibras de cascas de coco e/ou palhada em geral, constitui-se numa prática recomendável e que deve ser incentivada, uma vez que favorece o controle de plantas daninhas e aumenta a conservação de umidade do solo. Essa prática é também considerada de grande importância para proteger as plântulas em fase inicial de germinação, principalmente em solos muito arenosos, onde é comum a ocorrência de queima da brotação da semente em contato direto com a areia.

Viveiro

Na fase de viveiro, as mudas oriundas do germinadouro são plantadas obedecendo a um espaçamento de 60 cm x 60 cm x 60 cm em triângulo equilátero (31.944 mudas por hectare). Recomenda-se o plantio de 80 cm x 80 cm x 80 cm, (17.968 mudas por hectare) se as mudas vão permanecer no viveiro por um período superior a 7 meses, evitando-se, assim, problema de estiolamento. A repicagem das sementes germinadas para o viveiro deve ser realizada quando as plantas apresentam em torno de 20 cm de altura, onde devem permanecer por aproximadamente 7 meses. O plantio deverá ser realizado mantendo-se o coleto da planta no nível do solo. Recomenda-se que a área destinada ao viveiro esteja previamente piqueteada. (Recomendações..., 1993).

Assim como no germinadouro, a irrigação do viveiro constitui-se em fator de fundamental importância para acelerar o desenvolvimento das mudas. A quantidade de água a ser aplicada equivale àquela recomendada para a fase de germinadouro, mantendo-se o turno de rega durante o início da manhã e final da tarde. Eventuais modificações poderão, no entanto, ocorrer em função das condições de solo e da precipitação pluviométrica.

Um mês após a repicagem das mudas para o viveiro, as novas raízes emitidas estarão aptas para utilizar os elementos nutritivos contidos no solo. Recomenda-se a utilização de 200 g por planta da formulação 15- 10-15, fracionada, de acordo com a idade da planta. No 1º mês, utiliza-se 30 g;

no 3º, 100 g e no 5º, 70 g da mistura por planta. A formulação com nutrientes em separado pode ser realizada mantendo-se as seguintes proporções: ureia: 1,3 partes; superfosfato triplo: 1,0 parte; cloreto de potássio: 1,1 partes. (Recomendações..., 1993).

No viveiro, as sementes germinadas devem ser plantadas obedecendo ao sistema tradicional de raízes nuas, ou utilizando-se a técnica de produção de mudas em sacos plásticos (Figura 3). As vantagens do uso do saco plástico são atribuídas ao aumento da precocidade de produção, à supressão do choque de plantio (uma vez que as raízes são pouco afetadas nessa fase), melhor utilização da adubação mineral e a possibilidade de transporte das mudas com maior antecedência para o local de plantio.

Foto: Humberto R. Fontes



Foto: Joana M. Santos Ferreira



Figura 3. Viveiro de mudas de coqueiro, produzidas em raízes nuas (A) e sacos plásticos (B).

A grande desvantagem desse método diz respeito à elevação dos custos de produção, principalmente em relação às necessidades de irrigação e limpeza do viveiro. O custo de transporte das mudas eleva-se substancialmente, sendo recomendado a sua utilização apenas quando o viveiro está localizado próximo ao local de plantio definitivo. Deve-se observar, ainda, que em áreas não irrigadas e que apresentam déficit hídrico elevado, o plantio de mudas mais desenvolvidas originárias do sistema em saco plástico, apresenta maior índice de perda em campo, principalmente quando há ocorrência de veranicos ou mesmo redução e/ou retardamento do período chuvoso.

Os sacos plásticos devem ser de polietileno preto, com 0,2 mm de espessura e dimensões de 40 cm x 40 cm para anões e 60 cm x 60 cm para a variedade gigante. Devem ser cheios até 2/3 com solo de superfície, devidamente peneirado e enriquecido com matéria orgânica, contendo, na metade inferior, furos para permitir a drenagem da água em excesso. As plântulas são colocadas nos sacos e distribuídas no viveiro ao lado de cada piquete, obedecendo ao mesmo sentido e posicionamento.

A utilização de mudas mais desenvolvidas, produzidas pelo sistema tradicional que utilizam as fases de germinadouro e viveiro, apresentam geralmente maiores índices de perdas em campo quando o plantio é realizado sem irrigação, principalmente em regiões com ocorrência de déficits hídricos elevados, onde predominam solos com textura arenosa, caracterizados pela baixa capacidade de armazenamento de água.

Resultados obtidos por Passos e Silva Junior (1987) demonstraram que a redução do tempo de permanência da muda em viveiro de 7 para 4 meses não influenciou o desenvolvimento dos coqueiros ao final do primeiro ano de plantio, concluindo que mudas mais jovens, além do maior teor de reserva no endosperma, apresentam menor estresse de transplante, em função da menor área foliar, reduzindo consequentemente a transpiração, diminuindo assim as perdas em campo. Deve-se considerar também que a diminuição do tempo de permanência da muda no viveiro implica em redução dos custos de produção e em maior facilidade de transporte em função do menor porte das plantas.

Sistema alternativo de produção de mudas

O sistema alternativo de produção de mudas de coqueiro (Figura 4) foi adaptado por Fontes e Leal (1998), a partir de observações realizadas com produtores de coco, os quais dão preferência à utilização de mudas mais jovens em função das menores perdas observadas em campo, com menor tempo de enviveiramento, conforme resultados obtidos por Passos e Silva Junior (1987) em função da redução de custos e das menores perdas observadas em campo. Diferentemente do sistema tradicional (que utiliza as fases de germinadouro e viveiro), o sistema alternativo utiliza apenas a primeira fase, e as mudas produzidas são transplantadas diretamente para o campo. Esse novo sistema preconiza a redução da densidade

de plantio de 30 para de 15 a 20 sementes por metro quadrado (Figura 4), possibilitando assim que as sementes germinadas permaneçam no germinadouro de 6 a 8 meses de idade, quando apresentam em média 3 a 4 folhas vivas sem apresentar problemas de auto sombreamento. As Figuras 4 e 5 ilustram as três densidades de plantio das sementes e o desenvolvimento das mudas no germinadouro.

Fontes e Leal (1998) compararam os dois sistemas de produção de mudas utilizando sementes híbridas de coqueiro resultantes do cruzamento entre o coqueiro-anão-verde-de-jiqui x coqueiro-gigante-do-brasil em solo do tipo Neossolo Quartzarênico, com avaliações realizadas aos 163 e 230 dias após a semeadura. Foram avaliadas três densidades de semeadura (15, 20 e 30 sementes por metro quadrado). De acordo com a Tabela 1, verifica-se que, na fase de viveiro, o tratamento que empregou o método tradicional (com a utilização de 30 sementes por metro quadrado) apresentou resultado significativamente inferior em relação aos tratamentos em que as mudas permaneceram apenas no germinadouro nas três densidades estudadas, quando se considerou os valores médios de circunferência do coleto e de área foliar nos dois períodos avaliados (163 e 230 dias). Esses resultados foram confirmados quando se avaliou o peso total da muda e o peso da parte aérea das plantas aos 230 dias, ocasião em que se realizou o transplântio. Na fase de campo, as avaliações foram realizadas aos 175 e 365 dias após o plantio das mudas para o local definitivo. Observou-se,

nesse caso, que contrariamente à fase de viveiro, o tratamento que utilizou maior densidade de semeadura sem repicagem para o viveiro apresentou número de folhas vivas (NFV) significativamente inferior aos demais tratamentos, refletindo assim o efeito negativo do autossombreamento das mudas no germinadouro. Observou-se, também, uma recuperação do tratamento em que se utilizou o sistema tradicional, o qual não diferiu em relação aos tratamentos com 15 e 20 sementes por metro quadrado, em que as mudas foram transferidas diretamente do germinadouro para o campo.

Além do menor custo, as mudas obtidas pelo sistema alternativo apresentam como vantagens o maior índice de pega no campo em função do maior teor de reservas no endosperma e da menor transpiração decorrente da redução da área foliar. Outra vantagem a ser considerada está relacionada com a maior facilidade de transporte, redução do estresse da planta com a eliminação da etapa de repicagem do germinadouro para o viveiro e das menores perdas observadas em campo.

Embora os resultados obtidos demonstrem a viabilidade técnica e econômica do sistema alternativo, considera-se que quando o objetivo é produzir mudas mais desenvolvidas, principalmente aquelas destinadas a plantios irrigados, o sistema tradicional que utiliza germinadouro e viveiro separadamente pode continuar a ser recomendado, principalmente pela maior condição de seleção e padronização das mudas. Torna-se necessário, no entanto, avaliar sob os aspectos técnico e econômico, as reais vantagens de utilização de mudas mais desenvolvidas, em

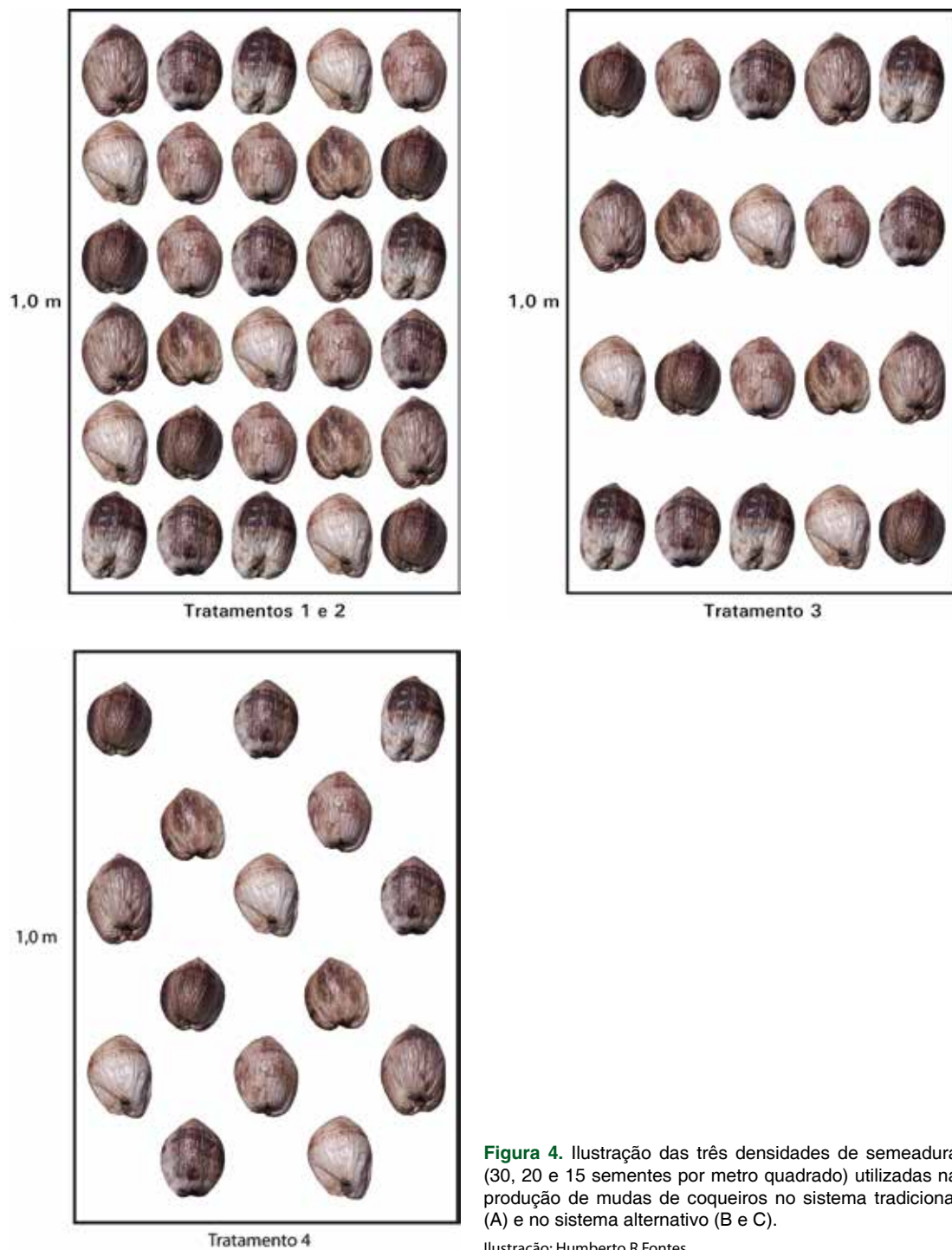




Figura 5. Germinadouro (A) e viveiro (B) de mudas obtidas de acordo com sistema alternativo.

Tabela 1. Médias de circunferência do coleto, área foliar e número de folhas vivas dos tratamentos durante a fase de viveiro/germinadouro e campo. Itaporanga, SE.

Tratamento	Viveiro/germinadouro		Campo		
	Circunferência do coleto (cm)	Área foliar (cm ²)	Circunferência do coleto (cm)	Número de folhas vivas	Área foliar (cm ²)
Tradicional	7,15 b ⁽¹⁾	311,63 b	16,45 a	6,60 a	1.782,53 a
Densidade alta	8,43 a	510,62 a	15,54 a	5,60 b	1.711,45 a
Densidade média	8,36 a	457,93 a	16,19 a	6,00 a	1.890,38 a
Densidade baixa	8,73 a	572,01 a	16,20 a	6,10 a	1.925,52 a
Média	8,17	463,05	16,09	6,10	1.827,47
Coeficiente de variação (%)	5,79	19,84	5,78	8,21	13,98
Diferença mínima significativa	0,66	128,11	1,29	0,70	356,42

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Fontes e Leal (1998).

relação ao sistema que preconiza a utilização de mudas mais jovens, tendo em vista os resultados observados até mesmo em plantios irrigados, onde a utilização de mudas, com três ou quatro folhas vivas e circunferência do coleto em torno de 8 cm, têm apresentado bom desenvolvimento, justificando, dessa forma, a sua crescente preferência entre os produtores de coco. Deve-se consi-

derar ainda que quando são satisfatórias as condições de plantio em campo, as mudas mais jovens alcançam rápido crescimento, beneficiando-se das reservas nutricionais contidas no endosperma da semente, situação esta não observada em relação às mudas mais velhas que dependem apenas das condições externas para alcançar bom desenvolvimento.

Todo o viveiro deve ser mantido sem ervas daninhas, principalmente de gramíneas, por serem consideradas plantas hospedeiras de insetos-vetores de doenças, como a podridão-seca do olho. A limpeza da área deve ser realizada regularmente inclusive na área externa, abrangendo uma faixa mínima de 10 m.

Pragas e doenças do viveiro

Inúmeras pragas e doenças podem atacar as mudas de coqueiro na área do viveiro, causando desfolhamento, descoloração, redução do limbo foliar, murcha, tombamento, crestamento, manchas cloróticas ou necróticas, deformação e podridão nas plantas. A depender da intensidade do ataque, os danos podem provocar atraso no desenvolvimento ou morte da planta e vir a comprometer ou inviabilizar essa atividade comercial. É de responsabilidade de um viverista a produção e a comercialização de mudas vigorosas e livres de pragas e de doenças, de forma a prevenir a disseminação de organismos daninhos ou patogênicos para novas áreas de plantios e/ou regiões.

Obtém-se uma boa sanidade das mudas na área do viveiro monitorando-se diariamente todas as plantas, e à medida que as ocorrências forem surgindo, as pulverizações devem ser planejadas de imediato. É importante que a pessoa encarregada pelo viveiro saiba identificar as pragas, as doenças e os seus danos, para poder diferenciá-los de outros problemas, como distúrbios fisiológicos ou nutricionais que po-

dem ser confundidos, principalmente, com as doenças. A outra forma de proteção das mudas será pela adoção de um calendário regular de pulverizações quinzenais ou mensais. Essa prática é a menos recomendável, pois, além de aumentar o custo de produção, pode promover desequilíbrios.

Ferreira e Leal (1987) citam as seguintes espécies-praga danificando as mudas no viveiro: barata-do-coqueiro, *Coralimela brunnea* (Coleoptera: Chrysomelidae); cochonilha-transparente-do-coqueiro, *Aspidiotus destructor* (Hemiptera: Diaspididae); ácaro, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae); lagarta-verde, *Synaldis hylaspes* (Lepidoptera: Phycitidae); raspador-do-folíolo-do-coqueiro, *Delocrania cossyphoides* (Coleoptera: Chrysomelidae); inseto-rodilha-do-coqueiro, *Sphaethia tristis* (Coleoptera: Chrysomelidae); pulgão-preto, *Cerataphis lataniae* (Homoptera: Aphididae); mosca-branca, *Aleurodicus pseudugessi* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae: Aleurodicinae); ácaro-vermelho, *Tetranychus mexicanus* (Acari: Tetranychidae); ácaro-branco, *Retractus jonhstoni* (Acari: Phytoseiidae); além dos cupins, *Heterotermes tenuis* (Isoptera: Rhinotermitidae) e *Nasutitermes rippertii* (Isoptera: Nasutitermitidae); das saúvas, saúva-da-mata, *Atta cephalotes*, saúva-cabeça-de-vidro, saúva-de-vidro, *Atta laevigata*, e a saúva-limão-do-norte, formiga-da-mandioca *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae); e do gafanhoto, *Eutropidacris grandis* (Orthoptera: Acrididae).

Warwick et al. (1998) relataram a ocorrência de duas doenças importantes em mudas no viveiro: a mancha-foliar, ou helmintosporiose, causada pelo fungo *Bipolaris incurvata* Dreschs (*Drechslera incurvata*, *Helminthosporium incurvatum*, *H. halodes*) e a podridão-seca-do-olho-do-coqueiro, doença cujo agente causal ainda é desconhecido. As espécies *Sogatella cubana* e *S. kolophon* da família Delphacidae são relatadas como os principais vetores da transmissão da podridão-seca no campo.

Uma boa muda, no momento da comercialização, deve ser vigorosa e encontrar-se sem pragas nem doenças. Todo lote de mudas ao ser transportado para fora do estado de origem deverá, obrigatoriamente, estar acompanhado do Certificado Fitossanitário de Origem (CFO). Essa certificação, vistoriada nas barreiras fitossanitárias das fronteiras estaduais, busca atestar a condição fitossanitária de um produto vegetal ou de suas partes, com objetivo de evitar a disseminação de pragas entre estados ou regiões. A prerrogativa que se adota nesse processo é a da autoproteção dada às dimensões continentais do território nacional, como forma de proteger o patrimônio vegetal em trânsito. Potencialmente, organismos fitopatogênicos, insetos-pragas e insetos-vetores de doenças infecciosas podem ser transportados via sementes ou via mudas e, uma vez introduzidos em plantio, podem facilmente converter-se em praga e causar prejuízos econômicos, pela ausência dos inimigos naturais no novo ambiente. A ocorrência de plantas jovens doentes, distribuídas ao acaso, em áreas

novas de cultivo é um importante indicativo de que a introdução do patógeno ocorreu pelas mudas. Machado (1998) salienta que os prejuízos causados pelo transporte de patógenos pelas sementes ou pelas mudas são bastante variáveis, isso em função da natureza de cada patógeno, do nível de tecnologia empregado, das condições climáticas e de outros fatores que podem atuar durante o período de cultivo.

Maiores detalhes sobre a descrição das espécies-praga, dos patógenos, dos danos causados às mudas e seus respectivos métodos de controle são mostrados nos Capítulos 1, 2 e 3 da Parte 5.

Preparo da cova e do plantio

O plantio das mudas em campo deve ser realizado no início do período chuvoso. Em condição de sequeiro e, principalmente, em regiões com déficit hídrico elevado, deve-se dar preferência à utilização de mudas mais jovens, com 3 a 4 folhas em média (Figura 6), pelas razões citadas anteriormente. As covas de plantio devem ser abertas dependendo do tipo de solo, com dimensões que variam entre 0,60 m x 0,60 m x 0,60 m a 0,80 m x 0,80 m x 0,80 m, a depender da textura e estrutura do solo, podendo ser realizada manualmente ou utilizando-se uma broca acoplada ao hidráulico do trator. O preparo das covas deve ser efetuado 1 mês antes do plantio, procedendo-se o enchimento do terço inferior da cova com casca de coco, ou outro material que favoreça a retenção de água no solo. O restante deve ser preenchi-

Foto: Humberto Rollemberg Fontes



Figura 6. Muda de coqueiro considerada padrão indicada para plantio.

do com solo de superfície e adubo orgânico. Recomenda-se o uso de aproximadamente 3 kg de torta de mamona ou o equivalente em esterco ou outra fonte orgânica, adicionando-se ainda 800 g de superfosfato simples em virtude da presença do enxofre na sua composição (Figura 7). No caso de solos arenosos e principalmente quando não se utiliza irrigação, o preparo da cova é de grande importância, uma vez que possibilita melhor condição de desenvolvimento inicial da muda. Em plantio irrigado, e em solos de textura média, esta recomendação poderá ser adaptada às condições locais no que se refere ao preparo e à dimensão da cova, devendo-se, no entanto, manter a recomendação para utilização da adubação fosfatada e correção do solo de acordo com análise realizada. (Recomendações..., 1993).

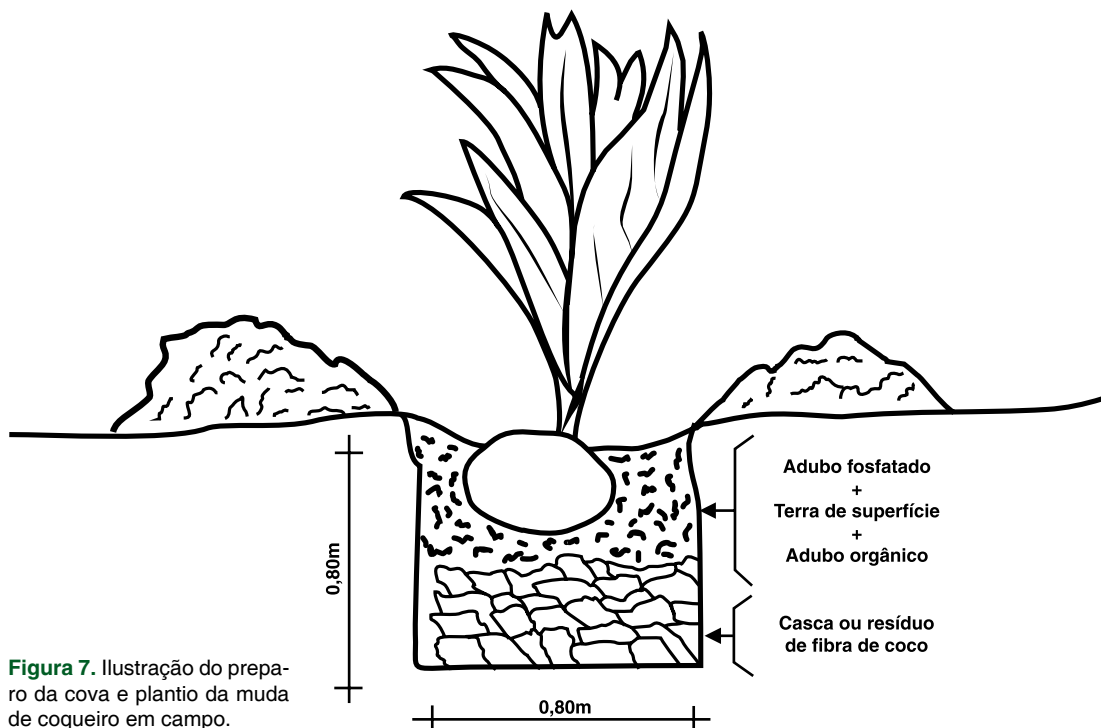


Figura 7. Ilustração do preparo da cova e plantio da muda de coqueiro em campo.

Fonte: Recomendações... (1993).

As raízes das mudas em raízes nuas devem ser podadas logo após o arranquio, permanecendo à sombra durante um período o mais curto possível, evitando-se assim perda de umidade. O plantio deve ser realizado abrindo-se um pequeno buraco no centro da cova, suficiente para colocar a semente, posteriormente cobrindo-a com solo, o qual deve ser pressionado de forma a proporcionar maior fixação da muda, tendo-se o cuidado de evitar o enterramento do coleto da planta, mantendo-o no nível da superfície do solo. Os mesmos cuidados deverão ser observados para as mudas produzidas em saco plástico, devendo, nesse caso, retirar o saco e colocar a muda com o torrão no centro da cova. Após o plantio, recomenda-se a manutenção de uma cobertura morta na zona de coroamento com o objetivo de favorecer a retenção de água e evitar a infestação das plantas daninhas (Figura 8). Trinta dias após o plantio, com a emissão de novas raízes, é possível realizar a primeira adubação de cobertura.

Espaçamentos e sistemas de plantio

A marcação da área deve ser realizada tomando-se o sentido norte-sul como linha principal de plantio, favorecendo a luminosidade dos coqueiros e, consequentemente, aumentando o sombreamento das entrelinhas. Um sistema prático e muito adotado é a utilização de correntes com argolas nas extremidades e interligando os dois pedaços de corrente com mesma dimensão equivalente ao espaçamento adotado. Dessa forma, após a marcação dos piquetes na linha principal de plantio (norte-sul) com espaçamento desejado, devem-se posicionar as argolas das duas extremidades da corrente onde se encontram os piquetes previamente marcados. Posteriormente, a argola que interliga as duas correntes deve ser conduzida até a segunda linha, paralela à primeira, para marcação do piquete que corresponde ao vértice superior do triân-

Foto: Humberto Rollemberg Fontes



Foto: Joana M. Santos Ferreira

Figura 8. Detalhe da muda após a implantação (A) e 1 ano após o plantio (B).

gulo. Quando se adota o espaçamento com 9 m de lado, a altura do triângulo equivale a 7,80 m de altura, correspondendo assim à largura das entrelinhas dos coqueiros. Esse procedimento deverá ser realizado de forma

sucessiva até completar a marcação total da área conforme se observa na Figura 9. No caso dos plantios realizados em quadrado, deve-se observar o mesmo procedimento com relação à marcação da linha

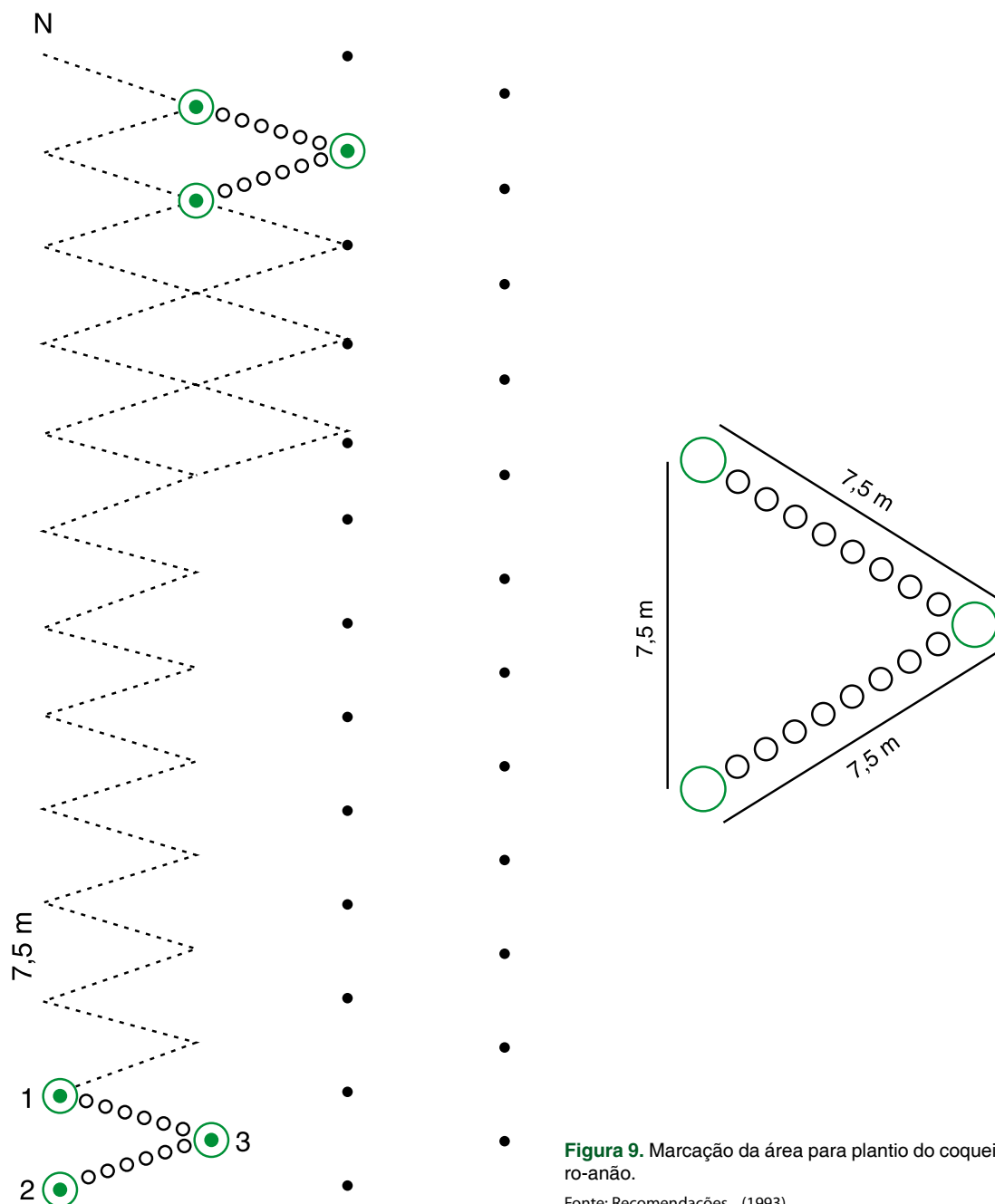


Figura 9. Marcação da área para plantio do coqueiro-anão.

Fonte: Recomendações... (1993).

principal, obedecendo ao sentido norte-sul. O sistema de plantio em retângulo constitui-se numa opção para aqueles produtores que pretendem estimular a consorciação de culturas, sendo que nesse caso deve obedecer ao sentido leste-oeste como linha principal de plantio, beneficiando assim as culturas consorciadas.

Em geral, podem ser encontradas duas situações típicas de exploração. A primeira corresponde ao plantio solteiro, situação predominante nas grandes explorações, em que predomina o cultivo de coqueiro-anão e híbrido, obedecendo ao sistema de plantio em triângulo equilátero, possibilitando, nesse caso, maiores produtividades em função do aumento de 15% do número de plantas por área. Entre pequenos produtores, predomina o plantio consorciado com culturas anuais de subsistência durante a fase jovem do coqueiro, no qual utilizam-se maiores espaçamentos entre plantas e sistemas de plantio em quadrado, normalmente observado nas explorações tradicionais do coqueiro-gigante. Em ambos os casos, o produtor busca a maior taxa de retorno ou, muitas vezes, nas explorações muito pequenas, a segurança da família por meio da produção de culturas alimentares de subsistência.

A recomendação vigente para as condições do Nordeste brasileiro prevê o plantio em triângulo com espaçamento de 9 m x 9 m x 9 m (142 plantas por hectare) para a variedade de coqueiro-gigante, de 7,5 m x 7,5 m x 7,5 m (205 plantas por hectare) para a variedade de coqueiro-anão e de 8,5 m x 8,5 m x 8,5 m (160 plantas por hectare) para a cultivar de coqueiro-híbrido.

De acordo com Ohler (1984), o aumento da densidade de plantio do coqueiro reduz o número de frutos por planta embora aumente a produção por hectare. Densidades de plantio muito elevadas podem provocar redução no tamanho do fruto com perdas de copra/noz e de volume de água de coco, em função do maior sombreamento entre plantas e conseqüentemente da menor fotossíntese. Entretanto, quando se utiliza baixa densidade de plantio, são menores as exigências de fertilizantes necessários para promover o aumento da produção de frutos, embora sejam maiores os custos de colheita e de controle de plantas daninhas. Taffin e Ouvrier (1992) concluíram que a utilização de densidades de plantio entre 143 e 160 plantas por hectare pode ser indicada para plantios em cultivo solteiro, uma vez que possibilita boa cobertura do solo com leguminosas assegurando a nutrição nitrogenada dos coqueiros sem que haja diferença significativa de produção.

De acordo com ensaios conduzidos pelo IRHO... (1989) o híbrido PB 213 (gigante-do-oeste-africano x gigante-de-rennel) apresenta maior potencial para realização de plantios mais adensados, com perda de produção inferior ao do híbrido PB 121 (anão-amarelo-da-malásia x gigante-do-oeste-africano). Esse material apresenta melhor adaptação ao consórcio com outras culturas, em virtude do melhor aproveitamento do espaço físico disponível, e possivelmente da melhor arquitetura da planta, permitindo maior aproveitamento da luz pelas culturas consorciadas.

Com base nesses resultados apresentados, é possível pressupor que nas zonas

produtoras do Brasil, onde predomina o cultivo do coqueiro-gigante, a utilização de híbridos intravarietais (coqueiro-gigante x coqueiro-gigante) deva ser recomendada na renovação de coqueirais, utilizando-se maiores espaçamentos e sistemas de plantio em quadrado quando o produtor pretender realizar o cultivo consorciado. No entanto, a redução do espaçamento dos plantios realizados em sistema solteiro em triângulo equilátero possibilitaria aumento da produção de frutos por área.

Referências

- FERREIRA, J. M. S.; LEAL, E. C. **Proteção fitossanitária do coqueiral**: II. Controle de pragas e doenças no viveiro. Aracaju: EMBRAPA-CNPCCO, 1987. 13 p. (EMBRAPA-CNPCCO. Circular Técnica, 6).
- FONTES, H. R.; LEAL, M. de L. da S. Utilização de sistema alternativo na produção de mudas de coqueiros híbridos (*Cocos nucifera* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 20, n. 3, p. 290-296, 1998.
- IRHO-Rapport d'activité. **Oléagineux**, v. 44, n. 4, p. 1-22, 1989.
- MACHADO, J. da C. Patologia de sementes: significado e atribuições. In: CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. (Coord.). **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 3. ed. rev. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 371-424.
- OHLEER, J. G. **Coconut, tree of life**. Rome: FAO, 1984. 446 p. (FAO. Plant Production and Protection Paper, 57).
- PASSOS, E. E. M.; SILVA JUNIOR, C. D. da. **Impacto sofrido pelo coqueiro após o plantio definitivo**: II. mudas com quatro e sete meses de enviveiramento. Aracaju: EMBRAPA-CNPCCO, 1987. 7 p. (EMBRAPA-CNPCCO. Pesquisa em Andamento, 41).
- RECOMENDAÇÕES técnicas para o cultivo do coqueiro. Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1993. 44 p. (EMBRAPA-CPATC. Circular Técnica, 1).
- TAFFIN, G. de; OUVRIER, M. Densité de plantation et nutrition mineral des cocoteraies. **Oléagineux**, v. 47, n. 4, p. 165-170, 1992.
- WARWICK, D. R. N.; CASTILHO, E. L.; RAM, C. Doenças do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1998. p. 269-292.
- WUIDART, W.; LAMOTHE, M. de N. de. Germination des semences et développement des plants de cocotier en fonction de la position de la noix. **Oléagineux**, v. 36, n. 12, p. 599-560, 1981.

Capítulo 2

Manejo e tratos culturais

Humberto Rollemberg Fontes
Orlando Monteiro Carvalho Filho
Edson Eduardo Melo Passos
Sérgio de Oliveira Procópio

Introdução

O manejo e os tratos culturais utilizados, desde a fase de implantação até a idade produtiva do coqueiral, são práticas consideradas da maior importância para que as plantas alcancem bom desenvolvimento e produção. Quando não há limitação do material genético e das condições locais de clima e solo, o desenvolvimento do coqueiro está diretamente relacionado à eficiência dessas práticas, para suprir as necessidades nutricionais e hídricas das plantas.

Entre as alternativas disponíveis de manejo do coqueiral, o produtor deve fazer opção pelo sistema mais adequado às suas condições, a depender do tamanho da propriedade, do sistema de produção adotado, da natureza do solo, das condições climáticas, das espécies de plantas daninhas predominantes, da disponibilidade de mão de obra, entre outras.

Principais práticas de manejo indicadas para o cultivo em sequeiro

De acordo com Ohler (1984), a maior competição em coqueiros adultos está relacionada

com a disponibilidade de água do solo, tendo em vista a alta demanda hídrica da planta, considerando-se que parte dos nutrientes removidos pela vegetação de cobertura podem ser reciclados a partir da decomposição da matéria orgânica. No Brasil, a produção de coqueiro em condições de sequeiro está concentrada nas áreas mais úmidas, localizadas ao longo do litoral do Nordeste, onde predomina a variedade gigante e híbridos segregantes, adotando, em sua maioria, sistemas semiextrativistas de produção. Essas áreas se caracterizam pela ocorrência de déficits hídricos estacionais durante grande parte do ano, onde predominam solos arenosos, com baixa fertilidade e pouca capacidade de retenção de água. Nesse caso, o lençol freático pode exercer papel de grande importância no suprimento de água, situação esta normalmente observada nos plantios realizados na baixada litorânea. De maneira geral, as práticas culturais recomendadas nessa região devem priorizar a economia de água no solo, favorecendo o desenvolvimento do coqueiro durante todo o ano.

Coroamento manual

O coroamento manual do coqueiro realizado com enxada tem como objetivo controlar a infestação das plantas daninhas na zona de maior concentração das raízes, como forma de reduzir a competição por água e nutrientes. O tamanho da área do coroamento deve variar com a idade da planta, devendo acompanhar a projeção da copa, que atinge aproximadamente de 2,0 m a 2,5 m de raio no coqueiro adulto.

Essa prática deve ser realizada, principalmente, próximo ao final do período chuvoso, como forma de reduzir a competição por água entre coqueiros e plantas daninhas durante o período seco subsequente. Nesse caso, é recomendável fazer o coroamento simultaneamente com a adubação química ou orgânica como forma de reduzir os custos de produção.

O coroamento manual com enxada promove o revolvimento superficial do solo e o corte parcial das radículas, estimulando assim novas emissões de raízes e aumentando a absorção de água e nutrientes da solução do solo. Deve-se evitar a realização do coroamento durante o período seco, em função do corte excessivo das raízes e do arrastamento da camada superficial do solo, situações essas que podem causar prejuízo ao desenvolvimento do coqueiro. Recomenda-se manter a vegetação erradicada sobre o solo da zona de coroamento com o objetivo de formar uma cobertura morta. Se a predominância dessa vegetação for de gramíneas, recomenda-se o afastamento do material erradicado da área do coroamento, evitando assim a sua rebrota.

Gradagem do solo

Considerada uma prática bastante utilizada em plantios realizados em sequeiro, a gradagem do solo (Figura 1) tem como principal objetivo eliminar a vegetação de cobertura, reduzindo, conseqüentemente, a competição por água e nutrientes com o coqueiro, sendo indicada para regiões que apresentam déficit hídrico elevado. Deve-

se considerar, no entanto, que a exposição do solo descoberto à ação do sol e da chuva provoca o aumento da temperatura com redução dos teores de matéria orgânica e da atividade microbiológica com prejuízos às suas propriedades físicas e químicas.



Foto: Humberto Rollemberg Fontes

Figura 1. Utilização da gradagem para controle de plantas daninhas em plantios de sequeiro.

A vantagem da gradagem é promover a incorporação da vegetação de cobertura; prática normalmente utilizada em regiões onde predominam gramíneas de difícil controle, como é o caso do capim-gengibre (*Paspalum maritimum* Trind.): espécie que apresenta alto poder de competição, capaz de reduzir significativamente o desenvolvimento do coqueiro. Em solos arenosos, predominantes ao longo da faixa litorânea do Nordeste e onde se concentra a maior parte dos plantios do coqueiro da variedade gigante cultivados em sequeiro, o efeito da gradagem sobre o controle das plantas daninhas e conservação da umidade na subsuperfície do solo está relacionado, em grande parte, com a distribuição da granulometria da areia e profundidade do lençol

freático. Segundo Fontes e Costa (1990), quando há predomínio de partículas de areia fina (0,25 mm a 0,10 mm) e muito fina (0,10 mm a 0,05 mm), ocorre redução do diâmetro de poros, aumentando consequentemente a microporosidade, favorecendo assim o processo de retenção de água no solo e a ascensão capilar da água do lençol freático. Nesse caso, a gradagem promove uma concentração de umidade na subsuperfície do solo (20 cm), em decorrência do efeito conhecido como quebra de capilaridade (Magat, 1993). Como consequência, o coqueiro é beneficiado pela eliminação mais eficiente das plantas daninhas e pela maior disponibilidade de água no solo em função da redução das perdas por evaporação. Olivin e Ochs (1978) ressaltam também a importância da variação da granulometria da areia sobre a disponibilidade de água em solos arenosos cultivados com coqueiros.

Quando há a opção pelo uso da gradagem do solo, devem-se levar em consideração alguns aspectos para definição da melhor época de realização e dos objetivos pretendidos. Quando o objetivo é controlar as plantas daninhas e reduzir a competição por água e nutrientes, a gradagem deve ser recomendada no final do período chuvoso e/ou início da estação seca, uma vez que promove a eliminação da vegetação de cobertura e sua incorporação ao solo, reduzindo as perdas por evapotranspiração. Recomenda-se, nesse caso, evitar o corte excessivo das raízes e o aprofundamento da grade (20 cm no máximo), mantendo-se uma distância mínima de 2 m a 2,5 m em relação ao estipe coqueiro, uma vez

que, nessa fase, a planta encontra-se com muitas raízes ativas e o corte nesse período comprometeria a capacidade de absorção do coqueiro. Entretanto, quando se faz a opção pela gradagem no final do período seco e/ou início das chuvas, é importante realizar o plantio de culturas intercalares de ciclo curto ou de leguminosas de cobertura nas entrelinhas. Nesse caso, a gradagem promove o corte das raízes mortas do último período seco e que, com a chegada das chuvas, ocorre estímulo ao crescimento de novas raízes, aumentando, consequentemente, a capacidade de absorção de água e nutrientes (Menon; Pandalai, 1958; Frémond et al., 1969; Magat, 1993). Ao final do período chuvoso, a vegetação de cobertura deve ser ceifada e utilizada como cobertura morta, preferencialmente, sobre a área de coroamento do coqueiro.

Trabalhos realizados sobre a influência dos tratos culturais na economia de água em solos cultivados com coqueiros em sequeiro (em regiões que apresentam deficit hídrico elevado e má distribuição de chuvas durante o ano) demonstraram que, durante a fase que antecede o início de produção, a gradagem do solo apresentou melhores resultados quando comparada à manutenção do solo coberto com leguminosas, ou com a vegetação natural roçada periodicamente que provocaram retardamento de 1 ano na precocidade de produção e redução no crescimento dos coqueiros (Ochs, 1963; Boyer, 1965; Frémond; Brunin, 1966; Pomier; Taffin, 1982; Fontes et al., 2015).

Resultados obtidos por Frémond et al. (1969) indicam que o cultivo do solo elevou

a produção por planta de 15,3 para 49,3 frutos, chegando a 57,3 frutos quando os coqueiros receberam adubação. Fontes et al. (2010a), avaliando coqueiros da variedade gigante com 27 anos de idade em área de baixada litorânea, submetidos a diferentes sistemas de manejo de entrelinhas com e sem adubação, obtiveram, após o 4º ano de avaliação, um incremento na produção de 53% e 23%, respectivamente, independente do sistema de manejo testado. As plantas adubadas apresentaram ainda um aumento significativo do peso dos frutos, peso do albúmen, peso da noz e peso da noz sem água. Verificou-se também que a gradagem do solo promoveu aumento significativo do peso total e da densidade de raízes finas, na faixa de 0,6 m de distância do tronco do coqueiro e na profundidade de 0 e 0,2 m, conforme observado na Tabela 1 (Cintra et al., 1996).

Os resultados positivos da gradagem sobre o desenvolvimento do coqueiro em sistema de sequeiro, de acordo com diversos trabalhos realizados, ressaltam a importância da conservação da água do solo principalmente em regiões com déficit hídrico elevado e má distribuição de chuvas durante o ano, como ocorre em grande parte do Nordeste

do Brasil. Nesse sentido, devem-se buscar novos sistemas de manejo que promovam maior conservação de água no solo, para que possam substituir gradativamente o uso da gradagem, considerando-se os prejuízos que poderão ser observados a médio e longo prazo com o uso dessa prática.

Em qualquer situação de uso da grade, deve-se evitar o aprofundamento e o corte excessivo sobre as raízes do coqueiro, mantendo-se uma distância de aproximadamente 2 m em relação ao estipe, e uma profundidade de aproximadamente 20 cm.

Utilização da roçagem mecânica

Embora a roçagem mecânica nas entrelinhas do coqueiral seja bastante utilizada pelos produtores (Figura 2), essa prática apresenta baixa eficiência de controle das plantas daninhas pela velocidade com que rebrotam, principalmente, no período de chuvas, o que exige a realização de até quatro roçagens por ano, aumentando o custo de produção, e, também, em áreas onde predominam o capim-gengibre, espécie nativa das unidades de paisagem da baixada litorânea e dos Tabuleiros Costeiros do

Tabela 1. Peso total e densidade de raízes finas na faixa de 0,6 m de distância do tronco do coqueiro e profundidade de 0 a 0,2 m (1996).

Tratamento	Peso total de raízes (g)	Densidade de raízes finas (mg cm ⁻³)
Gradagem	29,15a	7,34 a
Roçagem	13,18 b	4,31 c
Gradagem x roçagem	13,62 b	5,59 b
Enxada rotativa	16,62 b	5,72 b

Nota: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Foto: Humberto Rollemberg Fontes



Figura 2. Utilização da roçagem mecânica para controle do capim-gengibre.

Nordeste. Essa espécie se propaga por sementes, estolhos e rizomas, apresentando pontos de crescimento abaixo do nível do solo, livres, portanto, da ação da roçadeira. O uso contínuo dessa prática favorece o estabelecimento dessa espécie em detrimento das demais, com efeitos danosos sobre o desenvolvimento do coqueiro. Fontes et al. (2015), avaliando a evolução do crescimento de coqueiros da variedade gigante cultivados em sequeiro e submetidos a diferentes sistemas de manejo das plantas daninhas das entrelinhas, concluíram que o uso contínuo da roçagem reduziu o desenvolvimento das plantas, com reflexos negativos sobre a precocidade de produção aos 46 meses após o plantio. Esse efeito foi atribuído às maiores perdas de água por evapotranspiração e maior competição por nutrientes do solo, especialmente em relação ao nitrogênio.

Senarathne et al. (2003), Samarajeewa et al. (2004), Sumith et al. (2009) e Senarathne e Perera (2011) avaliaram o efeito de sistemas de manejo das entrelinhas sobre a densi-

dade de cobertura das plantas invasoras e seus reflexos sobre a produção de coqueiros, e concluíram que a roçagem constituiu-se no pior tratamento, uma vez que não proporcionou aumento de produção de frutos, indicando que a competição é maior por água do que por nutrientes.

Nas áreas cultivadas com coqueiros da variedade gigante, a roçagem mecânica poderá ser utilizada também para triturar folhas e cascas de coco distribuídos nas entrelinhas, podendo esse material ser utilizado preferencialmente como cobertura morta na zona do coroamento onde concentra-se a maior parte das raízes do coqueiro. Esta prática promove maior controle das plantas daninhas e aumenta a capacidade de retenção de água no solo.

Cobertura do solo com leguminosas

O plantio de leguminosas, ou mesmo a associação dessas com outras espécies nas entrelinhas de plantio dos coqueiros, constitui-se também numa alternativa de controle de plantas infestantes, na medida em que proporciona a substituição da cobertura vegetal natural por espécies consideradas como melhoradoras de solo (Figura 3). As leguminosas de cobertura apresentam capacidade de fixação do nitrogênio atmosférico por meio da simbiose que estabelece com bactérias do gênero *Rhizobium*, o que resulta, consequentemente, em benefícios ao desenvolvimento do coqueiro.

Na unidade de paisagem da baixada litorânea do Nordeste, na qual predominam so-

Foto: Humberto Rollemberg Fontes



Figura 3. Utilização de leguminosas para cobertura de solo nas entrelinhas de plantio.

los do tipo Neossolo Quartzarênico, e onde se concentra grande parte dos plantios de coqueiro-gigante, recomenda-se o plantio de espécies de ciclo curto no início do período chuvoso, procedendo-se ao manejo da massa verde com roçagem no final das chuvas. Nessa região, com estação seca definida, o plantio de leguminosas perenes apresenta limitações em função das restrições relacionadas às propriedades físicas e químicas, baixa capacidade de retenção de água e deficiência de fertilidade do solo. O feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*) tem se constituído numa alternativa para essa região, principalmente para pequenos produtores de coco, em função do seu alto valor proteico e uso na alimentação. O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.) pode ser utilizado em solo de Tabuleiro Costeiro, em razão da sua rusticidade e grande capacidade de produção de biomassa e fixação de nitrogênio. Barreto e Fernandes (2001) obtiveram, nessa região, uma produção de 7,72 t ha⁻¹ de matéria seca de feijão-de-porco, com teor de N de 34,3 g kg⁻¹ equivalente a uma produção 237 kg ha⁻¹ de nitrogênio,

alcançando produtividade máxima de biomassa aos 120 dias. De acordo com esses autores, o feijão-guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp) e o labe-labe (*Dolichos lablab* L.) também apresentaram resultados satisfatórios, equivalentes àqueles obtidos com o feijão-de-corda.

Em regiões mais úmidas que apresentam índice pluviométrico adequado e boa distribuição de chuvas durante o ano, como ocorre em algumas áreas de produção localizadas na região Norte do Brasil, podem ser utilizadas espécies de leguminosas de ciclo perene, proporcionando assim os benefícios comentados anteriormente, sem exercer competição por água com os coqueiros. Entre as espécies de ciclo perene, destacam-se *Pueraria phaseoloides*, *Centrosema pubescens* e *Calopogonium mucunoides*, pois além da cobertura do solo fornecem nitrogênio à planta.

Vale ressaltar, no entanto, que a partir do 4º até, aproximadamente, o 20º ano, o estabelecimento desse tipo de cobertura poderá ser limitado pela baixa luminosidade das entrelinhas, principalmente nos coqueirais implantados em sistemas de plantio em triângulo equilátero com menor espaçamento entre plantas.

Principais práticas de manejo utilizadas no cultivo do coqueiro irrigado

Os plantios irrigados do coqueiro, em sua maioria, são realizados com a variedade co-

queiro-anão e, em alguns casos, com cultivares híbridas, nos quais se utiliza sistemas intensivos de produção.

Embora nesse sistema o fornecimento de água e nutrientes esteja assegurado por meio da irrigação e da adubação equilibrada, as práticas de manejo a serem adotadas nesse sistema devem estar voltadas para o aumento da eficiência de uso da água de irrigação e dos nutrientes do solo, os quais podem se refletir na redução dos custos de produção.

Na maioria das áreas cultivadas com coqueiros-anões irrigados nos Tabuleiros Costeiros, o manejo das plantas daninhas nas entrelinhas é realizado quase que exclusivamente com roçagens mecânicas, realizadas, em média, três a quatro vezes por ano. A roçagem não apresenta bom controle sobre as gramíneas, tendo em vista que, em sua maioria, são espécies com pontos de crescimento abaixo do nível de corte da roçadeira, como ocorre com o capim-gengibre e com as braquiárias. Esse aumento de competição é normalmente compensado com adubação complementar e, em algumas situações, com o aumento do volume de água de irrigação.

O uso das folhas secas dos coqueiros como cobertura morta na zona de coroamento tem grande importância para aumentar a capacidade de conservação de água no solo, melhorando a eficiência da irrigação através da redução do volume aplicado, promovendo também melhor controle das plantas daninhas, dispensando assim o uso de herbicidas.

Controle químico das plantas daninhas

As plantas daninhas competem com o coqueiro, principalmente, por água e nutrientes. Em coqueiros recém-implantados além da competição por água e nutrientes, as plantas podem sofrer competição por luz, devido ao alto potencial de sombreamento de algumas espécies invasoras e ao porte reduzido das mudas. A concorrência exercida pelas plantas daninhas interfere diretamente no desenvolvimento da planta, na precocidade de produção e na produtividade do coqueiral, inviabilizando, em algumas situações, a sua exploração comercial (Fontes et al., 2002).

Em áreas com prolongados períodos de déficit hídrico, como é o caso de grande parte da região Nordeste do Brasil, a competição por água no solo pode afetar consideravelmente a produtividade do coqueiro (Liyanage; Liyanage, 1992). Gunathilake et al. (1993) verificaram que a competição das plantas daninhas resultou entre 18% a 20% de perdas na produtividade do coqueiro. Martin e Mudaliar (1983) registraram redução de 14% na produção do coqueiro quando em competição com plantas daninhas. Samarajeewa et al. (2004) mostraram perdas de 55% na produtividade de coqueiros em área infestada pela espécie invasora *Imperata cylindrica*.

É importante ressaltar que, além dos danos causados diretamente na produção, a presença das plantas daninhas pode dificultar significativamente a operação de colheita

dos frutos do coqueiro. A ocorrência de algumas espécies pode prejudicar, e mesmo encarecer a colheita manual dos frutos por possuírem espinhos, como o capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), ou por apresentar pilosidade urticante, como a urtiga (*Urtica baccifera*), também conhecida como cansaço (Figura 4).

O manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) sugere o emprego de várias estratégias para manejar as plantas invasoras presentes em uma área agrícola. Pode-se citar o controle preventivo, o controle cultural, o controle físico, o controle biológico e o controle químico, (que compreende a utilização de herbicida). Este último método tem como principais vantagens: a) maior rendimento operacional; b) menor necessidade de mão de obra; e c) menores danos provocados às raízes dos coqueiros, causados por implementos mecânicos, como grades e escarificadores.

Mesmo com as vantagens apresentadas, apenas duas formulações do herbicida glyphosate, e mais recentemente, o her-

bicida indaziflam, apresentam registros no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (AGROFIT, 2018) para uso na cultura do coqueiro. O glyphosate é o mais utilizado no controle químico de plantas daninhas nos coqueirais do Brasil, sendo realizada, em média, quatro aplicações anuais desse herbicida em pós-emergência.

Vários motivos podem ser apontados para a grande preferência na escolha desse herbicida, como: amplo espectro de ação (controle de espécies de plantas daninhas de folhas largas e folhas estreitas com única aplicação) (Galli; Montesuma, 2005); ausência de atividade residual no solo (Petter et al., 2007b), não causando riscos a novos plantios de mudas de coqueiro; não dependência do estágio da planta daninha para que o controle tenha sucesso (Petter et al., 2007a); e translocação a longa distância (sistematicidade), que permite o controle de plantas daninhas perenes com propagação vegetativa (Malik et al., 1989). De acordo com Senarathne et al. (2003), o

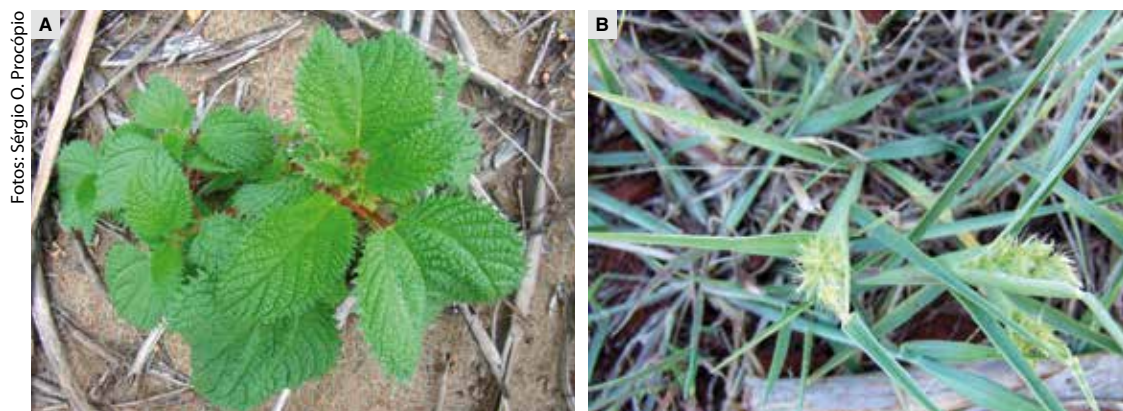


Figura 4. Capim-carrapicho ou timbete (*Cenchrus echinatus*) (A) e urtiga ou cansaço (*Urtica baccifera*) (B).

glyphosate é o herbicida mais usado nas lavouras de coco do Sri Lanka.

Em plantios adultos, as pulverizações devem ser dirigidas para a zona de coroamento do coqueiro, região onde se concentra a maior densidade de raízes, num raio de 2 m a partir do estipe, que corresponderia a uma área de aproximadamente 12,56 m² por planta e realizadas no início da manhã ou no final da tarde, quando os estômatos encontram-se abertos, facilitando a absorção do produto pelas folhas e nos horários com baixa velocidade dos ventos para evitar perdas por deriva. A aplicação poderá ser realizada também em faixas, acompanhando as linhas de plantio, observando-se uma largura média de 4 m. No cultivo de coqueiros-anões, no qual se utiliza um espaçamento, normalmente de 7,5 m em triângulo, a área coberta pela pulverização na faixa de plantio é de 30 m² por planta (4,0 m x 7,5 m), o que corresponderia a mais que o dobro daquela utilizada na zona de coroamento. A aplicação de herbicidas pode ser realizada também em área total, normalmente utilizada no início do período seco, promovendo assim a dessecação de toda a vegetação de cobertura. Estima-se assim que para um volume de calda de 2.000 L é possível cobrir uma área de aproximadamente 4,5 ha, para coqueiral adulto, o que corresponde a um gasto de aproximadamente 444 L ha⁻¹.

É importante ressaltar que para o bom funcionamento do herbicida glyphosate aplicado em pós-emergência, é necessário observar os seguintes critérios: a) realizar regulagem precisa dos pulverizadores, conferindo o desgaste dos bicos (pontas

de pulverização), a pressão de trabalho, os filtros de linha e dos bicos, a velocidade de aplicação e a altura da barra de aplicação; b) verificar a qualidade da água de pulverização, evitando presença de argila e pH alcalino; c) evitar aplicação com umidade do ar baixa, temperatura elevada, ventos acima de 10 km h⁻¹, pois pode haver deriva do glyphosate para as áreas adjacentes, e d) evitar pulverização quando as plantas daninhas apresentarem sintomas de déficit hídrico, o que dificultará a translocação do produto.

A utilização quase que exclusiva e repetitiva de glyphosate em áreas de produção de coco vem selecionando biótipos de plantas daninhas resistentes, principalmente de uma espécie conhecida como buva ou voadeira (*Conyza* spp.). Em visita a algumas áreas de produção de coco localizadas nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe, visualizou-se a sobrevivência das plantas dessa espécie após aplicações de glyphosate, o que vem causando sua multiplicação acentuada (Figura 5). No Brasil, foi registrada a ocorrência de três espécies de buva, sendo elas: *Conyza sumatrensis*, *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*.

Verifica-se também, o aumento da infestação de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) nos coqueirais (Figura 6). Essa espécie apresenta tolerância natural ao herbicida glyphosate, diferentemente da buva, em que houve a seleção e a multiplicação de biótipos resistentes a esse herbicida.

Com a constatação do aumento dos problemas de resistência e tolerância de plantas daninhas ao glyphosate, é funda-

Fotos: Sérgio O. Procópio



Figura 5. Buva ou voadeira (*Conyza* ssp.).

mental a utilização de outros herbicidas, com diferentes mecanismos de ação como o idaziflam, um herbicida de ação pré-emergência, que atua inibindo a biossíntese da parede celular. Caso contrário, esses problemas tendem a se agravar e causar sérios prejuízos aos produtores de coco.

O controle químico das plantas daninhas com herbicidas de ação pós-emergente tem se constituído numa alternativa bastante utilizada por grandes produtores de coco, justificada tanto pela maior eficiência de controle quanto pela escassez e elevado custo da mão de obra.

Fotos: Sérgio O. Procópio



Figura 6. Trapoeraba (*Commelina benghalensis*).



Consortiação do coqueiro com frutíferas

Em perímetros irrigados, a consorciação do coqueiro-anão-verde com frutíferas perenes tem sido utilizada por alguns produtores para reduzir os custos de produção, com destaque para a cultura do mamoeiro. Nesse caso, o plantio da cultura consorciada é realizado, acompanhando as linhas de plantio dos coqueiros, onde os mamoeiros podem ser implantados em fileira dupla com espaçamento de aproximadamente 2 m x 2 m, deslocando-se um dos microaspersores da cultura principal para atender as exigências hídricas das plantas consorciadas. Considerando-se que a cultura do mamoeiro apresenta uma vida útil de aproximadamente 3 anos, seu ciclo se encerra quando se inicia a fase produtiva do coqueiro. Aparentemente, este sistema não interfere na precocidade e produção do coqueiral.

Fontes e Passos (2005) avaliaram o consórcio do coqueiro com bananeiras e mamoeiros implantados na zona do coroamento em sistema irrigado por microaspersão, testando

duas densidades de plantio para cada cultura, com duas e quatro plantas consorciadas para cada coqueiro, comparadas ao sistema solteiro. Nas duas densidades testadas, foi mantida uma distância de 2 m da cultura consorciada em relação ao coleto do coqueiro, utilizando-se a mesma dotação de água do sistema solteiro (Figura 7). A avaliação de crescimento dos coqueiros realizada aos 21 meses de idade demonstrou redução significativa da circunferência do coleto no sistema consorciado com quatro bananeiras, diferindo do consórcio com quatro mamoeiros (Tabela 2). Esses resultados podem ser atribuídos ao efeito do sombreamento das bananeiras, que foi responsável pelo estiolamento dos coqueiros na fase inicial de crescimento, situ-

ação não observada no sistema com quatro mamoeiros, em que o coqueiro foi favorecido pela maior dosagem de fertilizantes aplicada na zona de coroamento sem comprometimento da luminosidade (Tabela 2).

Nas avaliações realizadas aos 41, 44 e 47 meses de idade dos coqueiros, não houve diferença significativa entre os tratamentos para a maioria das variáveis avaliadas, quando se comparou os sistemas consorciados, os quais não diferiram entre si como também em relação à testemunha. Observou-se, no entanto, que, aos 44 meses, o número de folhas vivas foi significativamente inferior para os tratamentos em que se utilizou o sistema solteiro, como também no consórcio com quatro bananeiras. Entretanto, esses resul-

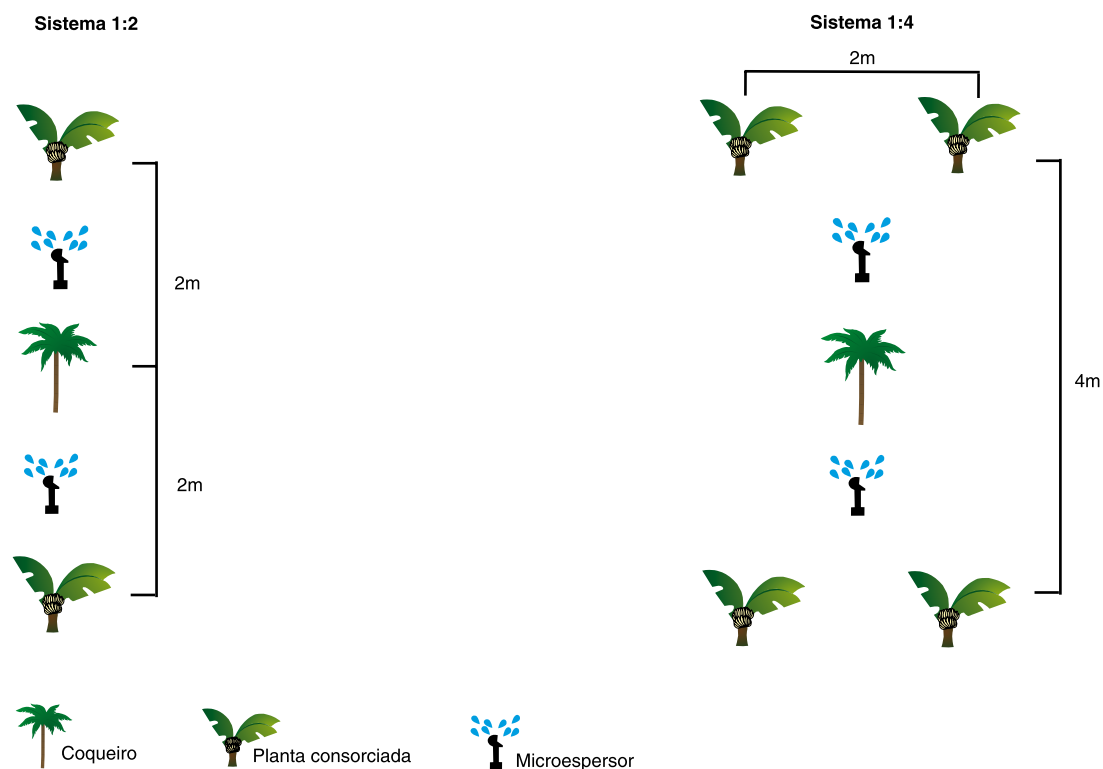


Figura 7. Dois arranjos de plantio testados.

Tabela 2. Valores médios obtidos para circunferência do coleto, número de folhas vivas, número de folíolos da folha número 3 de coqueiros da variedade anão-verde, consorciados com bananeiras e mamoeiros e em monocultivo aos 21 meses de idade.

Tratamento	Circunferência do coleto (cm)	Número de folhas vivas	Número de folíolos da folha número 3
Testemunha	92,9 ab	14,0 a	63,0 a
1 coqueiro x 2 bananeiras	93,1 ab	14,5 a	64,7 a
1 coqueiro x 4 bananeiras	88,9 b	14,8 a	63,7 a
1 coqueiro x 2 mamoeiros	94,8 ab	14,5 a	64,7 a
1 coqueiro x 4 mamoeiros	99,0 a	15,0 a	64,9 a

Nota: Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Passos (2005).

tados não influenciaram na precocidade de produção das plantas. (Fontes; Passos, 2005).

Além de exigir adubação complementar, esse sistema necessita de monitoramento permanente da disponibilidade de água no solo de forma a evitar competição entre as culturas consorciadas. Deve-se considerar, no entanto, que se bem conduzido, a consorciação de culturas permite melhor aproveitamento da água de irrigação e dos fertilizantes aplicados, reduzindo custos e aumentando a eficiência de uso desses insumos; a despeito de se observar em algumas situações redução inicial no desenvolvimento dos coqueiros.

Sistemas de manejo caracterizados pelo baixo uso de insumos externos

A utilização de tecnologias com baixa necessidade de insumos externos, caracteri-

zada pelo uso mais eficiente dos recursos naturais disponíveis na propriedade, como também pela utilização mais racional do espaço dentro do coqueiral, constitui-se numa alternativa que pode proporcionar resultados favoráveis e beneficiar, principalmente, os pequenos produtores.

Utilização agrícola das cascas de coco e demais restos de cultura

Após o descascamento do coco-seco, o produtor tem como hábito a queima das cascas, utilizando esporadicamente as cinzas para aplicação na zona de coroamento do coqueiro, ou simplesmente as cascas são deixadas a campo, expostas às intempéries, o que provoca a perda do seu valor como fonte de nutrientes. Essa prática decorre não só do desconhecimento sobre a importância desse material, como também pelo sistema de produção adotado na maioria das propriedades, onde o fruto colhido é transportado com casca para a sede da fazenda, quando então se procede ao des-

cascamento, amontoamento e queima das cascas.

De acordo com Ouvrier e Taffin (1985), a perda dos elementos minerais contidos na casca é mais importante para o potássio e o cloro, já que aproximadamente 77% desses elementos são lixiviados até o 6º mês. Os autores estimam ainda que para uma produção de 1.500 frutos por hectare por ano, o conteúdo de potássio e cloro fornecido pelas cascas de coco representa em média 21 kg a 42 kg de cloreto de potássio, que poderá ser rapidamente restituídos ao solo, dependendo das condições pluviais e da ação dos microrganismos. Entretanto, estima-se que a casca seja capaz de reter até seis vezes o seu peso em água, levando, em média, 6 anos para completar sua completa decomposição em campo.

De maneira geral, recomenda-se que folhas, cascas e demais restos de cultura permaneçam dentro do coqueiral, evitando sua queima, embora essa prática seja normalmente adotada entre pequenos produtores de coco-seco. Em plantios mecanizados, sugere-se que todo o material seja distribuído nas entrelinhas de plantio, para que posteriormente possa ser triturado com a utilização da roçadeira mecânica e/ou trincha acoplada ao hidráulico do trator, possibilitando assim a formação de uma cobertura morta (Figura 8).

No caso de grandes plantios, as cascas de coco podem ser semiprocessadas com maquinário adaptado e posteriormente distribuídas como cobertura morta na área total do coqueiral, aumentando a conserva-



Foto: Humberto Rollemberg Fontes

Figura 8. Utilização da cobertura morta com cascas de coco nas entrelinhas de plantio processada com “trincha” acoplada ao trator.

ção de água no solo, reciclando nutrientes e impedindo ao mesmo tempo a infestação das plantas daninhas. A utilização da trincha para triturar cascas de coco em campo, apesar de apresentar bom resultado, precisa ser aperfeiçoada, tendo em vista que apresenta baixo rendimento.

A roçadeira mecânica pode ser utilizada também para trituração parcial dos restos de cultura (folhas secas, cascas, cachos, etc.). No caso de produtores que não dispõem de máquinas, as folhas podem ser cortadas manualmente para formar uma cobertura morta na zona de coroamento, eliminando-se a base da raque. As cascas de coco e cachos também podem ser utilizados para cobertura do solo nas entrelinhas. Em nenhuma hipótese, recomenda-se a queima desse material por se constituir em fonte de nutrientes do solo.

Consortiação de culturas nas entrelinhas de plantio

O consórcio do coqueiro com culturas de ciclo temporário tem sido utilizado com

sucesso por pequenos produtores de coco, principalmente durante os quatro primeiros anos de plantio, quando é menor a competição por água, luz e nutrientes (Figura 9). No período entre 4 e 20 anos de idade, a utilização do consórcio é limitada, em função do sombreamento, principalmente em plantios de coqueiro-híbrido com espaçamento em triângulo. Posteriormente, com o crescimento das plantas e a maior penetração de luz, o consórcio volta a ser viável, embora seja utilizado em menor intensidade. Nos plantios tradicionais com coqueiros da variedade gigante implantados em quadrado com espaçamento de 10 m de lado, o efeito do sombreamento é menor, podendo o produtor utilizar o consórcio praticamente durante toda a vida útil do coqueiral.

Fontes et al. (2015) demonstraram a viabilidade técnica e econômica do consórcio do coqueiro com mandioca durante a fase que antecede o início da fase de produção do coqueiro. A despeito da menor circunferência do coleto observado na

fase inicial de crescimento decorrente do efeito do sombreamento da mandioca, os resultados obtidos aos 46 meses de idade não apresentaram diferenças significativas no crescimento das plantas em relação ao solo mantido descoberto com o uso da grade (considerado o melhor tratamento). Esses resultados podem ser atribuídos ao efeito dos tratos culturais proporcionados à cultura consorciada, os quais, indiretamente, favoreceram o desenvolvimento dos coqueiros. Fontes (2015), avaliando diferentes sistemas consorciados sobre o desenvolvimento de coqueiros híbridos PB 121 (gigante-do-oeste-africano e anão-amarelo-da-malásia), em solo de textura franco-arenosa em área de Tabuleiros Costeiros, não observaram diferenças significativas no desenvolvimento e na precocidade de produção das plantas no segundo e no terceiro anos de idade, quando foram avaliadas as culturas do inhame (*Colocasia esculenta*), batata (*Ipomea batata*), milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e

Fotos: Humberto Rollemberg Fontes



Figura 9. Consorciação de coqueiros adultos com mandioca e bananeiras (A), e com mandioca (B) durante a fase jovem.

amendoim (*Arachis hypogaea*), comparadas entre si ou em relação ao solo descoberto.

De acordo com Bonneau e Sugariato (1999), a consorciação com culturas de ciclo temporário ou perene poderá ser recomendada não somente durante a fase de crescimento (quando é menor a competição por umidade, nutrientes e luminosidade), como também, durante toda a vida produtiva do coqueiral. Segundo Ollivier et al. (1994), o cultivo consorciado assegura redução dos custos de produção durante a fase improdutiva, sem comprometer de forma significativa o crescimento dos coqueiros. Os autores ressaltam, no entanto, que os sistemas consorciados podem reduzir os níveis de nutrientes do solo, especialmente o potássio, devendo, portanto ser compensado com um programa de adubação equilibrado.

Embora sejam consideráveis as vantagens da consorciação do coqueiro com outras culturas, principalmente quanto à maior eficiência do uso do solo e ao aumento de produtividade, devem-se levar em consideração os aspectos relacionados ao clima, ao solo e ao mercado para a escolha da cultura a ser consorciada. Preferencialmente, devem ser utilizadas culturas que apresentam sistema radicular pivotante, evitando assim competição na camada superficial do solo, onde se concentra grande parte das raízes do coqueiro. Recomenda-se que, em regiões com déficit hídrico elevado, seja realizado o plantio de culturas de ciclo curto, por ocasião do período chuvoso, mantendo-se os tratos culturais necessários. No caso de cultura de ciclo longo, devem-se considerar

os fatores relativos à distribuição do sistema radicular, exigências nutricionais e tolerância à seca, com o objetivo de reduzir, ao mínimo, a competição entre coqueiro e planta consorciada. A utilização de outras plantas perenes constitui também uma importante opção econômica bastante difundida em alguns países que apresentam clima úmido e que utilizam o coqueiro como um componente de sistemas agroflorestais.

Tendo em vista a grande disponibilidade de área nos primeiros 3 a 4 anos de plantio, essa fase é considerada a mais adequada para a consorciação, em função do menor desenvolvimento e da baixa expansão lateral das raízes do coqueiro. A consorciação com coqueiros adultos também pode ser recomendada, sendo o resultado dependente do sistema de plantio e espaçamento utilizado.

Recomenda-se que o plantio seja realizado em faixas no centro das entrelinhas, ou então, como é mais comum, utilizando-se a área total, mantendo livre a zona de coroamento que corresponde, em média, a 2 m de raio, a partir do coleto da planta. Em todos os casos, o objetivo deve ser sempre o de aumentar a receita por área cultivada, evitando-se, no entanto, prejuízos ao desenvolvimento do coqueiro.

Adubação verde do coqueiro com *Gliricidia sepium*

De acordo com Costa et al. (1993), a adubação verde pode ser definida como a utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com culturas, que podem

ser incorporadas ao solo ou permanecer na superfície, visando a manutenção e melhoria das suas características físicas, químicas e biológicas. Além das leguminosas, são utilizadas como adubos verdes, plantas de outras famílias em cultivo exclusivo ou consorciado, que podem melhorar a produtividade do solo em função da ação biológica e da introdução de microvida a uma maior profundidade. Essas funções dificilmente seriam desempenhadas da mesma forma por outras práticas, como por exemplo, pelo uso de práticas mecânicas e/ou fertilizantes químicos, comuns na agricultura convencional. As plantas da família das leguminosas destacam-se entre as espécies mais utilizadas como adubo verde, uma vez que permitem a fixação simbiótica do nitrogênio (N) através de bactérias associadas às suas raízes.

A baixa adoção pelos produtores de coco da utilização de espécies de plantas da família das leguminosas como melhoradoras de solo, incluindo a fixação biológica de N (FBN) em substituição aos fertilizantes nitrogenados, pode ser atribuída aos elevados custos de implantação e às dificuldades de estabelecimento desta cobertura vegetal em função das condições de clima e solo predominantes na maior parte da região produtora de coco no Brasil. Neste sentido, o plantio de leguminosas arbóreas perenes, pode ser considerado como uma alternativa a ser utilizada, tendo em vista que, após o seu estabelecimento, o fornecimento da biomassa verde pode ser realizado de forma permanente a partir de cortes periódicos da parte aérea da planta para deposição na zona de coroamento do coqueiro onde

se concentra a maior parte das suas raízes. A *Gliricidia sepium* destaca-se como uma leguminosa arbórea perene de múltiplo uso, que apresenta enraizamento profundo, podendo ser utilizada como uma alternativa para compor sistemas consorciados com outras culturas, caracterizados pelo baixo uso de insumos externos. De acordo com Drumond e Carvalho Filho (1999), a gliricídia apresenta crescimento rápido e alta capacidade de regeneração, facilidade de propagar-se sexuada e assexuadamente, alto valor forrageiro para ruminantes (20% a 30% de proteínas), produção de estacas para formação de cercas vivas, constituindo-se também, como alternativa energética.

Ilangamadulali, et al.; (2014) e Liyanage et al. (1994), observaram que a utilização da gliricídia em consorciação com coqueiros proporcionou melhoria da atividade microbiológica e redução da densidade do solo (Argissolo), aumentando também os seus teores de matéria orgânica, N total, fósforo disponível (P), potássio (K) e magnésio (Mg), independentemente da realização do corte da parte aérea da gliricídia para incorporação da biomassa ao solo. Estes autores concluíram ainda, que o sistema possibilitou ganhos significativos na fertilidade e recuperação de solos cultivados com coqueiros, com reflexos na produtividade e longevidade das plantas.

De acordo com Vidhana Arachchi e Liyanage (1998), o cultivo intercalado de leguminosas arbóreas nas entrelinhas de coqueiros proporcionou a melhoria de vários aspectos dos solos locais: aumento de

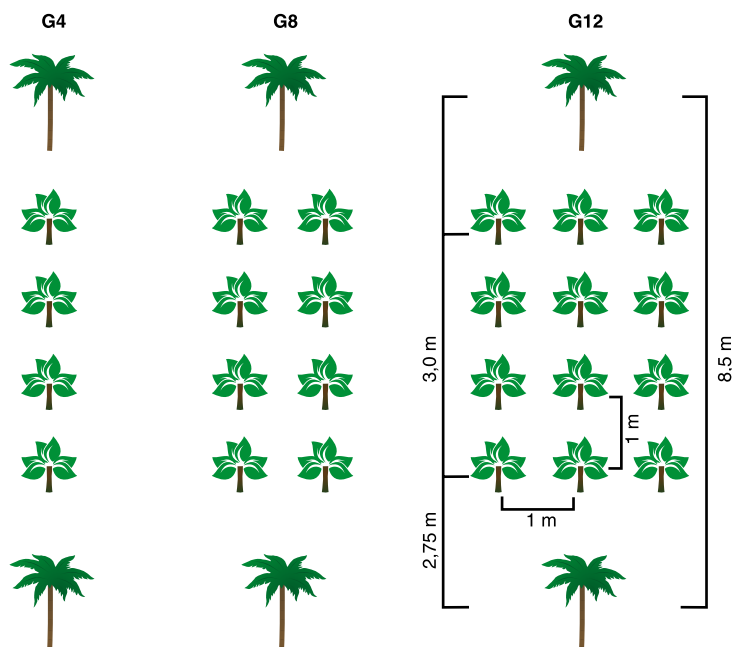
matéria orgânica, aeração e água disponível e redução da densidade do solo. Vidhana Arachchi e Liyanage (2003) avaliaram o potencial de leguminosas arbóreas perenes como fixadoras de N em consorciação com coqueiros em um Argissolo Vermelho Amarelo e concluíram que a *G. sepium* e a *Acácia auriculiformis* apresentaram maior capacidade de conservação de água do solo durante o período seco, quando comparado até mesmo à prática de manutenção do solo sem vegetação.

Fontes et al (2017), avaliaram o efeito da utilização da gliricídia como adubo verde em coqueiros híbridos cultivados em sequeiro, como alternativa ao uso de fertilizantes nitrogenados. O estudo foi conduzido em área de solos areno-quartzosos (Espodossolos) da baixada litorânea da região Nordeste do Brasil, onde foram avaliadas três densidades de gliricídia: 4

(G4), 8 (G8) e 12 (G12) plantas implantadas obedecendo a linha de plantio do coqueiro (Figura 10).

Os cortes da biomassa aérea da gliricídia foram realizados a partir do primeiro ano de plantio e posteriormente a cada seis meses, sendo a biomassa (folhas e ramos tenros) utilizada para deposição na zona de coroamento do coqueiro (Figura 11). Os coqueiros cultivados em sistema solteiro receberam 0%, 33%, 66% e 100% da dosagem de nitrogênio aplicado na forma de ureia. As adubações do coqueiro, fosfatada e potássica, foram comuns nas áreas com e sem gliricídia.

A Figura 12 ilustra o desenvolvimento e o aspecto nutricional dos coqueiros aos 22 meses de idade, onde se observa maior vigor e melhor aspecto nutricional do tratamento consorciado, quando comparado ao



Figuras 10. Detalhe das três densidades de plantio da gliricídia (G4, G8 e G12), consorciada com o coqueiro.

Ilustração: Humberto R. Fontes

Foto: Humberto Rollemberg Fontes



Figura 11. Deposição da biomassa da gliricídia na zona de coroamento do coqueiro.

cultivo solteiro, em ausência de adubação com ureia. (Fontes et al 2017). Aos 34 meses após o plantio, coqueiros consorciados com 12 gliricídias demonstraram significativa superioridade de crescimento em relação àqueles cultivados em sistema solteiro, em

ausência e/ou presença de adubação nitrogenada em todas as dosagens testadas.

Esses resultados podem estar relacionados, em parte, com o maior aporte de nitrogênio fornecido pela biomassa dessa leguminosa, que correspondeu a 98% e 115,78% da dosagem máxima de nitrogênio mineral aplicada na forma de ureia, no segundo e terceiro anos de idade, respectivamente. Esses valores equivalem ao total de biomassa produzida em duas podas anuais, considerando-se um teor médio de 3% de nitrogênio na matéria seca (MS), de acordo com as análises foliares realizadas. (Figura 13).

Sistema agrossilvipastoril ovinos x coqueiros

A integração da produção animal com a vegetal – conceito tecnológico tão antigo quanto a domesticação dos animais e das plantas – constitui uma alternativa para aumentar a produção de alimentos, sem necessidade de novas áreas. No caso de culturas perenes, por exemplo, o uso pastoril da vegetação subjacente reduz a utilização

Fotos: Humberto Rollemberg Fontes



Figura 12. Aspecto geral dos coqueiros consorciados com gliricídia (A); e em sistema solteiro (B), com ausência de adubação nitrogenada.

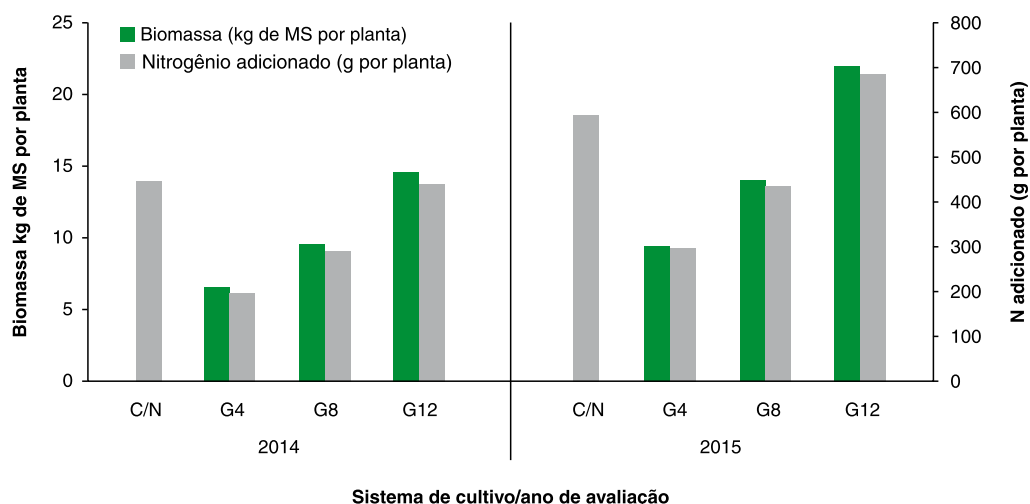


Figura 13. Produção anual de biomassa, expressa em kg de matéria seca (MS) por planta, das parcelas com três densidades de gliricídia (G4, G8 e G12) e respectivos valores de nitrogênio orgânico (cultivo consorciado) e mineral (cultivo solteiro) incorporado ao solo.

Fonte: Fontes et al 2017.

de herbicidas e o custo do controle, acelerando a reciclagem dos nutrientes no agroecossistema e, por consequência, diminui a dependência de insumos externos.

Nessa perspectiva, a criação de animais associada ao cultivo do coqueiro se insere no conceito de sistema agrossilvipastoril, sendo uma prática antiga e muito difundida na maioria das regiões produtoras de coco no mundo (Figura 14). Em Sri Lanka, onde a integração coqueiro-pastagem-gado tem sido bastante enfatizada, 30% da população bovina se encontra nas áreas cultivadas com coqueiro. Já nas Filipinas, 440 mil de um total 1,8 milhão de hectares de coqueirais são utilizados para criação de bovinos (Plucknett, 1979). No Brasil, embora não se tenha dados precisos sobre a extensão dessa prática, sabe-se, entretanto, que ela é amplamente disseminada na região Nordeste, em coqueirais adultos,



Foto: Humberto Rollemberg Fontes

Figura 14. Exploração do coqueiro associado à criação de ovinos.

notadamente com o uso pastoril da cobertura vegetal subjacente, como pastagens nativas.

Tradicionalmente, os animais são utilizados como “varredores” ou “roçadores”, para manter a vegetação nativa sob controle, facilitando com isso, a localização dos frutos caídos. A produção adicional de carne é considerada complementar ao produto

principal, que é o coco (Reynolds, 1981). Porém, segundo esse autor, a utilização de espécies melhoradas para a formação de pastagens cultivadas, em situações de suprimento adequado de nutrientes e umidade para o coqueiro e a pastagem, pode proporcionar maior produtividade animal, sem alterar a produção de coco e, em alguns casos, têm sido registrado aumento de 10% a 20% no número de frutos colhidos.

Como vantagens do uso de animais dentro do coqueiral, podem ser citados os seguintes benefícios: aumento da receita do sistema de produção; redução da concorrência entre plantas e dos custos com seu controle; uso mais efetivo do solo; aumento da produção de alimentos (carne, leite, etc.); produção de esterco para a melhoria da fertilidade, estrutura e capacidade de retenção da umidade do solo; aumento do rendimento da colheita; e, eventualmente, aumento da produção de coco (Plucknett, 1979). Entretanto, como lembrado por esse autor, algumas desvantagens podem existir, como: danos causados pelos animais ao coqueiro jovem; competição entre a pastagem e coqueiros por nutrientes e umidade; compactação do solo, a depender de sua textura e da taxa de lotação; erosão e perda de fertilidade com o superpastejo em situações de topografia acidentada e maior requerimento de capital e de capacidade de manejo para as duas atividades.

Fontes e Carvalho Filho (2000) e Carvalho Filho et al. (2002) avaliaram o potencial forrageiro de pastagens nativas sob coqueiros, com idade superior a 20 anos de idade, com alta predominância do capim-gengibre (*Paspalum maritimum* Trind.) em área de

baixada litorânea do Nordeste, utilizando ovinos da raça Santa Inês. Compararam ainda o efeito do pastejo em relação ao controle da vegetação de cobertura com roçagem mecânica e ao coroamento manual e concluíram que:

- O capim-gengibre foi a espécie preferida pelos animais, constituindo mais de 80% da composição botânica da dieta.
- O pastejo contínuo, ao contrário da roçagem mecânica, com taxa de lotação superior a 2,4 animais por hectare, levou ao declínio dessa gramínea na pastagem e a sua substituição parcial pelo capim-rabo-de-raposa (*Papophorum* sp.), de mais fácil erradicação.
- Produções da ordem de 30 kg de peso vivo por hectare foram obtidas à taxa de 2,4 animais por hectare, com economia dos custos de duas roçagens e do coroamento do coqueiro, sem alterar a produção de coco. Para tanto, são necessárias medidas como vermifugações sistemáticas, mineralização permanente e controle de mosquitos hematófagos, além de outras comuns à exploração.

Considerado como planta invasora em pomares cítricos (Cunha, 1971; Carvalho et al., 2005) e seringueiras (Moraes, 1980), além de pastagens cultivadas, em função da produção e liberação de substâncias químicas com propriedades alelopáticas para o ambiente (Souza Filho, 2006), o capim-gengibre, espécie endêmica da região costeira do território brasileiro, por seu crescimento rizomatoso e estolonífero,

além de sua alta capacidade de produção de sementes, é tido como de difícil erradicação, embora bem aceito por bovinos e ovinos em pastejo.

Tendo em conta a alta participação na dieta de ovinos Santa Inês, verificada no ensaio de pastejo antes referido, conduziu-se outro experimento para conhecer parâmetros básicos que pudessem expressar sua taxa de crescimento e o valor nutritivo do capim-gengibre para potencial uso forrageiro (Carvalho Filho et al., 2004), concluindo-se que:

- A curva de crescimento e algumas características nutricionais do capim-gengibre evidenciaram capacidade de resposta dessa espécie à adubação fosfatada quanto à acumulação de matéria seca e ao seu teor de fósforo.
- Os teores de proteína bruta da matéria produzida aos 28 dias de idade e sua digestibilidade in vitro, da ordem de 14% e 54% respectivamente, revelaram valores nutricionais equivalentes, e até superiores, aos de outras gramíneas exóticas frequentemente cultivadas em condições edafoclimáticas semelhantes, evidenciando seu potencial de utilização como gramínea forrageira a ser cultivada.
- A manutenção da cobertura vegetal nas entrelinhas para utilização como pastagem nativa para ruminantes em coqueirais adultos constitui-se também numa alternativa utilizada por alguns produtores, como estratégia de aumento de receita da propriedade. Nesse caso, a eventual redução da produção de frutos

poderá ser compensada pela produção adicional de carne e/ou leite.

Referências

- AGROFIT: sistemas de agrotóxicos fitossanitários. 2013. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 3 ago. 2014.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. **Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 24 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 19).
- BONNEAU, X.; SUGARIANTO, J. Cultures intercalaires de jeunes cocotiers hybrides en zone climatique marginale. **Plantations, Recherche, Développement**, v. 6, n. 1, p. 13-30, 1999.
- BOYER, J. Nature de la couverture du sol et influence sur le bilan hydrique d'une cocoteraie. **Oleagineux**, v. 20, n. 7, p. 437-40, 1965.
- CARVALHO FILHO, O. M. de; FONTES, H. R.; LANGUIDEY, P. H. **Avaliação de pastagens nativas sob coqueiro, na baixada litorânea de Sergipe, com ovinos Santa Inês**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 22 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 1).
- CARVALHO, J. E. B. de; LOPES, L. C.; ARAUJO, A. M. A ocorrência de plantas infestantes em três pomares de citros no Estado de Sergipe. **Magistra**, v. 17, n. 3, p. 148-153, 2005.
- CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; LEAL, M. de L. da S. Distribuição do sistema radicular do coqueiro Gigante do Brasil submetido a diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, n. 2, p. 327-332, 1996.
- CUNHA, H. M. P. da. **Ação de herbicidas no combate ao "capim-gengibre" *Paspalum maritimum* Trind, em pomar citríco**. Cruz das Almas: Ipeal, 1971. 3 p. (IPEAL. Estudos e experimentos, 25).
- FONTES, H. R. **Desenvolvimento de coqueiros híbridos em sistema consorciado**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 184).
- FONTES, H. R.; MICHEREFF FILHO, M.; BARRETO, A. C.; CARVALHO, J. E. B. de. Manejo de plantas infestantes. In: FERREIRA, J. M. S.; MICHEREFF FILHO, M. (Ed.). **Produção integrada de coco: práticas fitossanitárias**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. p. 89-97.

- FONTES, H. R.; CARVALHO FILHO, O. M. de. **Cultivo do coqueiro gigante associado à exploração de ovinos em áreas de baixada litorânea no Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa-CPATC, 2000. 4 p. (Embrapa-CPATC. Comunicado técnico, 34).
- FONTES, H. R.; COSTA, L. M. C. Sistemas de manejo de solo e comportamento hídrico da areia sobre o desenvolvimento de coqueiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 661-662, 1990.
- FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S.; PROCÓPIO, S. de O. Efeito de sistemas de manejo de entrelinhas e da adubação sobre a produção e características de frutos de coqueiros gigantes cultivados em sequeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais**. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010a. 1 CD-ROM.
- FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M. **Comportamento do coqueiro anão verde irrigado consorciado com frutíferas na região dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 37).
- FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; PROCÓPIO, S. de O. Efeito de sistemas de manejo, consorciação e adubação sobre o crescimento de coqueiros. **Magistra**, v. 27, n. 3/4, p. 462-469, jul./dez. 2015.
- FONTES, H. R.; SANTOS, A. da S. dos; ANJOS, J. L. dos. Produção agroecológica de coqueiros em sistema de policultivo com culturas alimentares e *Gliricidia sepium* na baixada litorânea do Nordeste. In: FEIRA INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA IRRIGADA – EXPOFRUIT, 2010, Mossoró. **Misturas do Brasil, a origem dos sabores: resumos**. Mossoró: Coex, 2010b. 1 CD-ROM.
- FRÉMOND, Y.; BRUNIN, C. Cocotier et couverture du sol. **Oléagineux**, v. 21, n. 6, p. 361-369, 1966.
- FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; LAMOTHE, M. de N. de. **El cocotero**. Barcelona: Blume, 1969. 236 p.
- GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. São Paulo: Monsanto do Brasil, 2005. 60 p.
- GUNATHILAKE, H. A. J.; SOMASIRI, L. L. W.; PERIS, T. S. G.; FERNANDO, M. T. N. An appraisal of coconut grower's reaction and observation on coconut research institute recommended cultural practices and other related issues. **CRI Report**, v. 2, p. 89-96, 1993.
- LIYANAGE, L. V. K.; LIYANAGE, M. de S. Weed control: understorey weed management in coconut lands. **Cord**, v. 8, n. 1, p. 48-56, 1992.
- MAGAT, S. S. Management of bearing coconuts. In: MAGAT, S. S. **Production management of coconut (Cocos nucifera L.)**. Quezon City: Philippine Coconut Authority, 1993. 64 p.
- MALIK, J.; BARRY, G.; KISHORE, J. The herbicide glyphosate. **Biofactors**, v. 2, p. 17-25, 1989.
- MARTIN, M. P. L. D.; MUDALIAR, T. Response of coconut to fertilizer application and weed control. **Fiji Agriculture Journal**, v. 45, n. 2, p. 51-53, 1983.
- MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. Plantation management. In: MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. **The coconut palm: a monograph**. Erakulam: Indian Central Coconut Committee, 1958. p. 184-198.
- MORAES, V. H. F. **Controle do capim gengibre na cultura da seringueira**. Manaus: Embrapa-CNPSe, 1980. 3 p. (Embrapa-CNPSe. Comunicado técnico, 14).
- OCHS, R. Recherches de pédologie et de physiologie pour l'étude du problème de l'eau dans la culture de palmier à huile. **Oléagineux**, v. 32, n. 11, p. 469-474, 1963.
- OHLER, J. G. **Coconut, tree of life**. Rome: FAO, 1984. 446 p. (FAO. Plant production and protection paper, 57).
- OLIVIN, J.; OCHS, R.; Propriétés hydriques des sols et alimentation en eau des oléagineux pérennes en Afrique de l'Ouest. **Oléagineux**, v. 33, n. 1, p. 1-9, 1978.
- OLLIVIER, J.; DANIEL, C.; BRACONNIER, S. Cultures vivrières associées à de jeunes cocotiers, exemples au Vanuatu. **Oléagineux**, v. 49, n. 3, p. 91-107, 1994.
- OUVRIER, M.; TAFFIN, G. de. Evolution de la matière minérale des bourres de cocotier laissées au champ. **Oléagineux**, v. 40, n. 8-9, p. 431-434, 1985.
- PETTER, F. A.; PETTER, F. A.; PROCÓPIO, S. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BARROSO, A. L. L.; PACHECO, L. P.; BUENO, A. F. Associações entre o herbicida glyphosate e inseticidas na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, v. 25, p. 389-398, 2007a.
- PETTER, F. A.; PROCÓPIO, S. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BARROSO, A. L. L.; PACHECO, L. P. Manejo de herbicidas na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 557-566, 2007b.
- PLUCKNETT, D. L. **Managing pastures and cattle under coconuts**. Boulder: Westview, 1979. 364 p.
- POMIER, M.; TAFFIN, G. de. Étude de la fertilisation et de la régénération des sols, dans le cas d'une replantation de cocotiers. **Oléagineux**, v. 37, n. 10, p. 455-459, 1982.

REYNOLDS, S. G. Grazing trials under coconuts in western Samoa. **Tropical Grasslands**, v. 15, n. 1, p. 3-10, 1981.

SAMARAJEewa, A. D.; SENARATHNA, R. P. B. S. H. S.; PERERA, K. C. P. Effect of different control methods of *Imperata cylindrical* on coconut (*Cocos nucifera*) yield in low country dry zone of Sri Lanka. **Cocos**, v. 16, p. 37-42, 2004.

SENARATHNE, S. H. S.; PERERA, K. C. P. Effect of several weed control methods in tropical coconut plantation on weed abundance, coconut yield and economical value. **International Research Journal of Plant Science**, v. 2, n. 2, p. 25-31, 2011.

SENARATHNE, S. H. S.; SAMARAJEewa, A. D.; PERERA, K. C. P. Comparison of different weed management systems and their effects on yield of coconut plantations in Sri Lanka. **Weed Biology and Management**, v. 3, n. 3, p. 158-161, 2003.

SOUZA FILHO, A. P. F. Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) em áreas de pastagens cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 451-456, jul./set. 2006.

SUMITH, H. S.; SENARATHNE, S. H. S.; SANGAKKARA, U. R. Effect of different weed management systems on the weed populations and seedbank composition and distribution in tropical coconut plantations. **Weed Biology and Management**, v. 9, p. 2009-2016, 2009.

VIDHANA ARACHCH, L. P.; LIYANAGE, M. de S. Soil physical conditions and root and root growth in coconut plantation interplanted with nitrogen fixing trees in Sri Lanka. **Agroforestry Systems**, v. 39, n. 3, p. 305-318, 1997.

VIDHANA ARACHCHI, L. P.; LIYANAGE, M. de S. Soil water content under coconut palms in sole and mixed (with nitrogen-fixing trees) stands in Sri Lanka. **Agroforestry Systems**, v. 57, n. 1, p. 1-9, 2003.

Manejo de solo e de água e sistema radicular

Fernando Luis Dultra Cintra

Introdução

A cocoicultura tem sido, por muitos anos, uma das principais atividades agrícolas da baixada litorânea do Nordeste e, mais recentemente, pelas condições favoráveis da topografia e necessidade de expansão de novas áreas de produção, os Tabuleiros Costeiros têm se destacado como importante área de produção de coqueiro-anão irrigado, impulsionado pelo *boom* da água de coco e redução das áreas próprias para plantio no litoral. O cultivo de coqueiro-anão para produção de água de coco envolve grande rede de transporte, armazenagem e distribuição, além de representar, atualmente, uma das principais opções de uso para os Tabuleiros Costeiros.

Apesar desse setor do agronegócio ser uma atividade rentável, vários problemas são observados na cadeia produtiva, incluindo aqueles associados às características físicas dos solos. Entre os problemas físicos mais importantes podem ser destacados a presença de camadas coesas em solos dos Tabuleiros Costeiros e a baixa capacidade de retenção de água nos solos da baixada litorânea. Se essas características não forem identificadas e administradas adequadamente, poderão

se refletir em quedas significativas na produção de frutos e na redução dos lucros.

Os estudos desenvolvidos para caracterização física dos solos e compreensão de como essa área da ciência interfere no desenvolvimento das plantas têm por objetivo entender como funcionam os processos relacionados à absorção, armazenamento e suprimento de água e nutrientes. Grande parte das linhas de pesquisa relacionadas a esse tema busca compreender como os problemas de ordem física interferem na dinâmica da água no solo e na distribuição do sistema radicular de uma planta. Esse entendimento possibilitará o estabelecimento de métodos eficazes de manejo do solo e dos tratos culturais a serem utilizados nos coqueirais.

Nos Tabuleiros Costeiros, a ocorrência de camadas muito adensadas do solo (camadas coesas com alta densidade e baixa condutividade hidráulica), situadas próximo à superfície, pode exercer um efeito negativo sobre o crescimento e a produção do coqueiro, ao reduzir a capacidade de infiltração de água no solo, e, por conseguinte, o aprofundamento das raízes. Como nessas áreas são comuns longos períodos de déficit hídrico, toda a água acumulada na camada do solo situada acima do coeso é rapidamente absorvida pelas raízes ou se perde por evaporação, agravando o estado hídrico da planta.

Na baixada litorânea, as classes de solo predominantes nas áreas de produção de coco são formadas por sedimentos areno-quartzosos. Os solos apresentam teores de

areia superiores a 90%, o que influencia o seu comportamento nos seguintes aspectos: capacidade de infiltração, retenção e fluxo de água; encrostamento; variação de temperatura; taxa de decomposição da matéria orgânica; percentagem de agregação e estabilidade dos agregados; entre outros.

Devido à baixa capacidade de retenção de água nos solos arenosos, a posição do lençol freático ao longo do perfil exerce uma função estratégica no suprimento de água da planta. Observa-se assim que os melhores coqueirais cultivados em regime de sequeiro na baixada litorânea, geralmente, estão situados em áreas com lençol freático entre 1 m e 2 m de profundidade. Quando esse se situa fora da zona de absorção das raízes – como ocorre nos solos dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste e parte da Baixada Litorânea –, torna-se indispensável o uso de irrigação ou de práticas culturais para preservação da umidade no solo, principalmente, para as variedades de coqueiro-anão que são mais sensíveis a deficits hídricos. Em regiões onde o regime hídrico apresenta bom volume de chuvas bem distribuídas ao longo do ano, a exemplo da Região Amazônica e sul da Bahia, a profundidade do lençol deixa de ser tão importante na implantação dos coqueirais.

Este capítulo trata de como as características físicas dos solos podem interferir no comportamento de coqueirais cultivados em solos dos Tabuleiros Costeiros e Baixada Litorânea. Serão apresentados resultados de pesquisas conduzidas nas estações experimentais da Embrapa Tabuleiros Costeiros e em parceria com empresas

privadas, produtores rurais de base familiar e órgãos públicos, além de referências a estudos conduzidos em outras instituições do Brasil e do mundo. Espera-se que essas informações ajudem no entendimento dos problemas relacionados ao impedimento causado por camadas coesas nos solos dos Tabuleiros Costeiros e da baixa capacidade de retenção de água dos solos arenosos da baixada litorânea.

Características físicas e hídricas dos solos da Baixada Litorânea

A maioria dos coqueirais da variedade gigante cultivada no Nordeste do Brasil estende-se pela faixa litorânea, em área estimada de 1.423.000 ha, entre os estados da Bahia e Ceará (Bolfé et al., 2002). As classes de solo que predominam na unidade de paisagem da Baixada Litorânea são os Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos (em que estão concentrados os plantios de coqueiro).

Na baixada litorânea, ocorrem grandes variações climáticas em função da posição geográfica: os litorais do norte da Bahia e sul de Sergipe, por exemplo, apresentam regime climático do tipo chuvoso e quente com precipitação média anual entre 1.200 mm a 1.600 mm; as áreas localizadas no Maranhão têm clima quente e úmido com precipitação média anual variando entre 1.600 mm a 1.900 mm; e, no Rio Grande do Norte, o regime climático apresenta precipitação média anual de 1.000 mm no mu-

nicípio de Touros e de 550 mm em Macau (Silva et al., 1993).

Apesar da similaridade entre os solos, a combinação dos fatores edafoclimáticos ao longo do litoral resulta em comportamento distinto dos sistemas de produção, tanto na longevidade dos coqueirais quanto na produção de frutos. Essas diferenças estão relacionadas, muitas vezes, às perdas de água por evaporação e/ou transpiração resultantes das variações climáticas, à lixiviação de nutrientes, às diferenças do tipo de areia predominante na fração textural, aos teores de matéria orgânica e às variações no suprimento de água para as plantas,

devido à flutuação do lençol freático. A posição do lençol freático no perfil do solo é estratégica para o melhor desenvolvimento do coqueiro, por ser a principal fonte de suprimento de água para as plantas, principalmente, na estação seca.

Na Figura 1, pode-se observar um perfil de solo da baixada litorânea, cultivado com coqueiro, cuja zona de umedecimento ao redor de 1 m de profundidade dá indicações da proximidade do lençol freático. O baixo suprimento de água nos meses mais secos do ano propicia um período de deficit hídrico, que chega a atingir de 3 a 5 meses anuais e se constitui no principal



Foto: Fernando Luis Dutra Cintra

Figura 1. Perfil de solo Neossolo Quartzarênico da baixada litorânea, cultivado com coqueiro-gigante. A zona umedecida indica proximidade do lençol freático.

fator limitante para o desenvolvimento do coqueiro.

Quando a posição do lençol freático no perfil do solo é muito variável, atingindo a superfície do solo na estação das chuvas e se posicionando distante da zona da ação do sistema radicular na estação seca, os coqueiros são submetidos a estresse muito elevado, seja por excesso ou por falta de água, prejudicando o desenvolvimento da planta como um todo e, especialmente, o sistema radicular. Nas Figuras 2 e 3 podem-se verificar essas situações antagônicas. Na Figura 2, é possível observar o amarelecimento das folhas e dos pecíolos de mudas recém-plantadas de coqueiro em área de duna com lençol freático profundo, indicando baixo suprimento de água. Na Figura 3, o plantio de coqueiro foi estabelecido em área com lençol freático muito superficial, o qual atingiu a superfície do solo no período das chuvas. Nessa situação, o sistema radicular é mantido sob baixa oxigenação durante longo tempo, causando morte das raízes e/ou prejudicando seu crescimento.

Foto: Fernando Luis Dutra Cintra



Figura 2. Plantio de coqueiro jovem em área de duna com lençol freático profundo.

Como consequência, as plantas têm seu desenvolvimento comprometido, apresentando estipes finas, com baixo número de folhas de tamanho reduzido.

Para que tais situações não ocorram, é necessário adotar estratégias para identificar a posição do lençol freático no perfil do solo. Observações de campo mostram que se o lençol freático está abaixo de 3 m, é recomendável adotar práticas culturais que se atenham à adição de resíduos orgânicos na zona do coroamento, visando minimizar as perdas de água por evaporação e transpiração. Se o lençol chega à superfície na estação chuvosa, seria necessário adotar estratégias para drenagem da área. Com esses cuidados, as reservas de água na camada de solo onde se concentra a maior parte das raízes serão garantidas, permitindo assim o suprimento mínimo necessário de água e nutrientes para os coqueiros durante a estação seca e a oxigenação adequada das raízes durante o período chuvoso.

Medina et al. (1980) chamam a atenção para o fato de que coqueirais implantados em solos arenosos, com baixa capacidade de retenção de água, são especialmente sensíveis a períodos de seca e que, mesmo assim, sob baixa pluviosidade, a cultura pode apresentar bom desempenho se o suprimento de água for compensado por uma situação favorável do lençol freático. Estudos conduzidos por Bolfe et al. (2002) possibilitaram a verificação de oscilações intensas e frequentes do lençol freático em área da baixada litorânea.



Foto: Fernando Luis Dultra Cintra

Figura 3. Plantio de coqueiro em área de baixada litorânea com problemas de encharcamento no período chuvoso.

Características físicas e hídricas dos solos da baixada litorânea versus sistema radicular do coqueiro

O conhecimento da configuração do sistema radicular do coqueiro, tanto da distribuição lateral em relação ao estipe como também e, principalmente, em relação à distribuição das raízes em profundidade, é decisivo para a aplicação de boas práticas de manejo do solo, cujas características físicas têm grande influência nessa distribuição. Nos solos arenosos da baixada litorânea, quase não há resistência à penetração das raízes e, se o lençol freático estiver bem posicionado, a configuração do sistema

radicular é favorecida com grande volume de raízes – tanto lateralmente quanto em profundidade, como a do coqueiro-gigante apresentada na Figura 4.

O desenvolvimento das raízes de uma dada espécie é determinado, quase sempre, pelo seu potencial genético, podendo, no entanto, ser alterado em função do meio ambiente (Taylor, 1981). Em relação ao coqueiro, existem evidências que, além do potencial genético, as condições do meio interferem no sistema radicular em relação ao volume total de raízes produzido quanto à distribuição lateral e em profundidade (Menon; Pandalai, 1958; Amma; Mathwew, 1979; Pomier; Bonneau, 1987). Cintra et al. (1993), ao estudarem a configuração do sistema radicular de diferentes genótipos de co-

Foto: Fernando Luis Dultra Cintra



Figura 4. Configuração do sistema radicular de coqueiro-gigante em Neossolo Quartzarênico da baixada litorânea.

queiro-gigante em Neossolo Quartzarênico da baixada litorânea, observaram que o coqueiro-gigante-do-brasil apresentou maior tendência para aprofundamento de suas raízes do que a maior parte dos materiais avaliados o que, segundo os autores, o tornaria mais apto para reagir aos estresses hídricos do período seco.

Na Figura 5, verifica-se uma situação extrema da interferência do meio ambiente no comportamento do sistema radicular de coqueiro. Nesse caso, a elevada densidade do solo dificultou a penetração do bulbo

radicular estimulando a formação de raízes aéreas. Outra situação relacionada à emissão de raízes aéreas ocorre quando as plantas estão muito velhas (Figura 6).

Uma das estratégias utilizadas pelos produtores de coco para melhorar a disponibilidade e o suprimento de água para as plantas durante a estação seca é reduzir a competição por água exercida pela vege-



Figura 5. Emissão de raízes aéreas em coqueiro jovem como resultado de impedimento físico no solo.

Foto: Fernando Luis Dultra Cintra



Figura 6. Emissão de raízes aéreas em plantas de coqueiro-gigante com idade avançada, cultivada em baixada litorânea.

Foto: Fernando Luis Dultra Cintra

tação nativa nas entrelinhas de plantio. Os pequenos produtores, em geral, lançam mão do coroamento manual, minimizando a competição direta por água e nutrientes na zona de maior concentração de raízes. Os produtores com acesso a máquinas e equipamentos se utilizam dessas ferramentas com o mesmo objetivo, porém, nesse caso, outras questões relacionadas à conservação do solo e possíveis danos ao sistema radicular estão envolvidas.

Em situações extremas e que vão de encontro aos preceitos mais elementares de preservação ambiental, alguns produtores se valem do fogo para eliminar a vegetação espontânea. Além do dano ambiental, essa

prática acentua os problemas do solo no fornecimento de água para as plantas por reduzir as reservas a níveis próximos de zero, pois os teores de matéria orgânica, já baixos, praticamente desaparecem pelo efeito do fogo. Da mesma forma, essa prática, se não levar a planta à morte, contribui para redução da sua vida útil.

Na Figura 7, podem ser verificadas diferentes fases da queima dos resíduos do coqueiral utilizado pelos produtores, os quais, felizmente, não são muitos. Na Figura 7A, os resíduos são colocados na zona do coroamento e tem início o processo do fogo, na Figura 7B, a queima dos resíduos encontra-se em andamento e na Figura 7C estão visíveis



Figura 7. Sequência de fotos sobre a prática da queima de resíduos da cultura na zona do coroamento do coqueiro: preparação da queima (A), queima em andamento (B) e danos causados no estipe do coqueiro (C).

os danos provocados na base do estipe por essa prática. É muito provável, portanto, que os benefícios imaginados pelos produtores e que estão associados à adição de cinza, limpeza da área e baixo custo sejam infinitamente menores que os danos causados ao solo, à planta e ao meio ambiente, com grandes prejuízos à produtividade.

Para reduzir a vulnerabilidade hídrica dos coqueirais na Baixada Litorânea, é necessário fazer uso intensivo de práticas culturais com resíduos orgânicos, na forma de cobertura morta ou equivalente, para conservação da umidade e redução das perdas de água por evaporação no período seco. Estudo desenvolvido por Cintra et al. (1996) definiu o raio de 2,0 m de distância em relação ao estipe do coqueiro adulto, além dos 0,5 m iniciais, onde se concentram raízes muito grossas e suberizadas, como a área de maior concentração de raízes de coqueiro-gigante adulto para as condições de cultivo da baixada litorânea de Sergipe. A utilização dos resíduos da cultura nessa unidade de paisagem trará como benefício a redução do estresse hídrico a que as plantas são submetidas durante a estação seca e deverá se refletir na melhoria da produtividade e no aumento da vida útil da planta.

A cobertura morta com folhas secas do coqueiro, uma das alternativas avaliadas na Embrapa Tabuleiros Costeiros, foi testada durante quatro anos nessa unidade de paisagem, cujos resultados indicaram a possibilidade de redução das lâminas de irrigação utilizadas (Cintra et al., 2016).

Características físicas e hídricas dos solos dos Tabuleiros Costeiros

A interiorização da cocoicultura, como resultado da especulação imobiliária e da redução das áreas apropriadas para cultivo na costa litorânea, tem promovido expansão dessa cultura, principalmente do coqueiro-anão, para outras regiões, a exemplo dos Tabuleiros Costeiros. Os solos que predominam nessa região (Latosolos Amarelos, Argissolos Amarelos e Argissolos Acizentados), em sua maioria, são arenosos – principalmente nos primeiros 20 cm a 30 cm de profundidade –, apresentam baixos teores de matéria orgânica e de nutrientes, baixa capacidade de retenção de água e o lençol freático, quando presente, na maioria das vezes, é muito profundo. Na maior parte dos Tabuleiros Costeiros, as precipitações pluviais são concentradas em 5 a 6 meses contínuos, gerando déficit hídrico para a cultura do coqueiro podendo vir a prejudicar sua exploração econômica nessa unidade de paisagem.

Os solos dos Tabuleiros Costeiros se caracterizam ainda por serem profundos, com topografia plana a suave ondulada, ocorrendo, em grande parte desses, uma camada coesa localizada próximo ao topo, cuja expressão do adensamento é sentida, principalmente, na estação seca quando os teores de água no solo são muito baixos. A ocorrência de camadas coesas, principalmente quando localizadas próximo à superfície, tem participação importante na redução da disponibilidade de água, na cir-

culação de ar e na resistência à penetração das raízes.

Na Figura 8, é possível verificar uma camada coesa bem evidenciada em Argissolo Amarelo coeso de tabuleiro na região de



Figura 8. Perfil de Argissolo Amarelo coeso nos Tabuleiros Costeiros da região de Coruripe, AL.

Coruripe, AL. Abaixo do topo, logo após a zona escurecida pela matéria orgânica e onde está a maior parte do sistema radicular, encontra-se a camada coesa, de cor esbranquiçada, com aspecto maciço e poucas raízes. Fica evidente na figura a dificuldade encontrada pelas raízes em penetrar no solo, podendo-se supor que a pressão exercida pelas raízes foi inferior à resistência oferecida pela camada coesa que passa a impedir o aprofundamento do sistema radicular.

Os Argissolos dos Tabuleiros Costeiros apresentam, via de regra, acentuada variação textural entre os horizontes superficiais arenosos e os de subsuperfície, mais argilosos (Araújo Filho et al., 2001). Na Figura 9, resultados de análise textural permitem verificar o caráter arenoso da camada super-

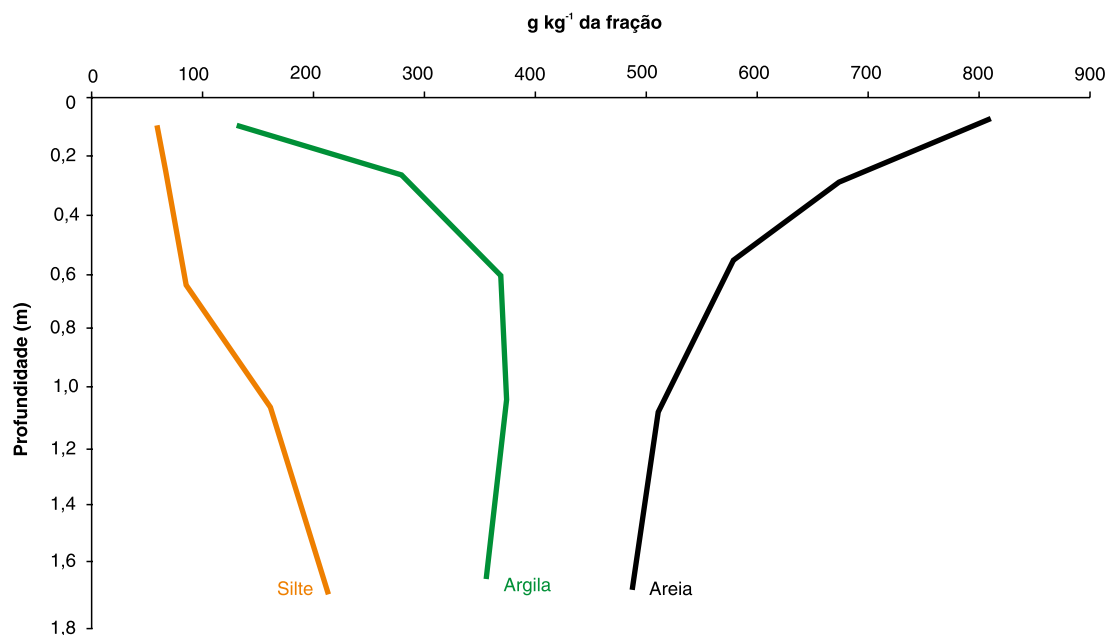


Figura 9. Distribuição do tamanho das frações minerais (granulometria) em Argissolo típico dos Tabuleiros Costeiros de Sergipe.

Fonte: Cintra et al. (2004).

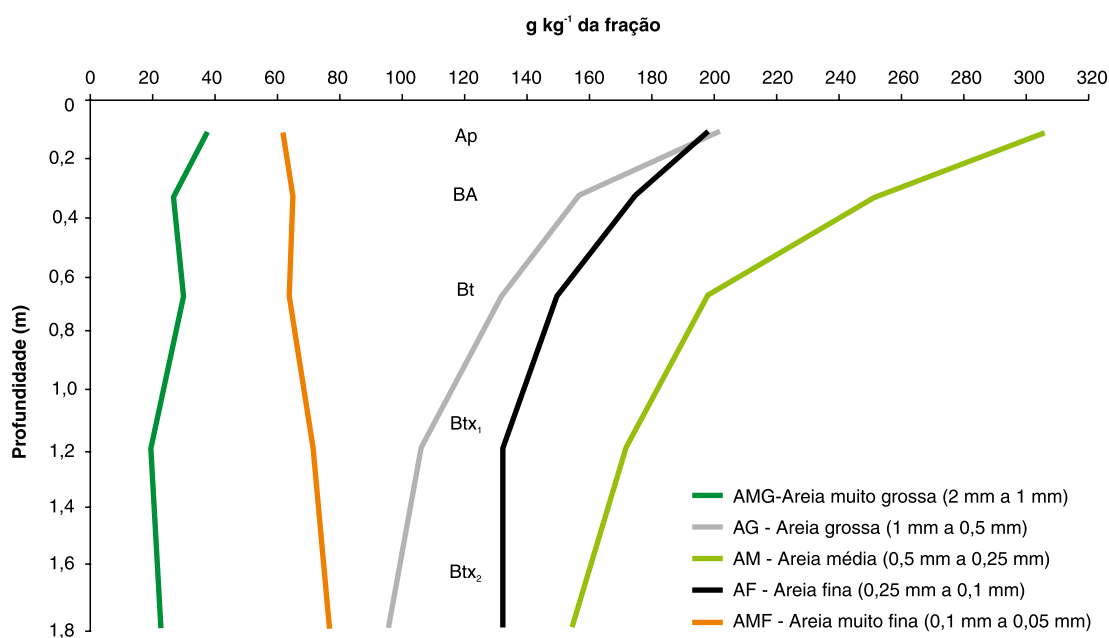


Figura 10. Distribuição do tamanho das frações de areia em solo dos Tabuleiros Costeiros norte de Sergipe.

Fonte: Cintra et al. (2004).

ficial de um solo de tabuleiro e o aumento gradual do teor de argila em profundidade. Em solos arenosos é muito importante conhecer o fracionamento da areia nos moldes apresentados na Figura 10, pois, se houver predomínio de areias finas na fração textural, o comportamento físico e hídrico do solo será um, porém, se a maior proporção for de areias grossas o comportamento será outro. Souza (1997) ressalta que o predomínio das frações finas na areia total associado à densidade elevada do solo, baixa porosidade e alto grau de argila dispersa em água contribui para aumentar a susceptibilidade dos solos dos tabuleiros à erosão, assim como a formação de camadas coesas.

O conhecimento da proporção das partículas minerais predominantes na fração textural ajudará os coqueiros a tomar deci-

sões mais acertadas na seleção das práticas de manejo dos solos para os sistemas de produção de coco, principalmente, aquelas que proporcionarão maior capacidade de retenção de água, visando atender a demanda por água durante estação seca. Nos Tabuleiros Costeiros, essa situação é mais importante, face à elevada profundidade do lençol freático que se situa, na maioria das vezes, muito distante do alcance do sistema radicular.

A densidade do solo é outro atributo de grande importância nos solos de tabuleiros, principalmente, pela sua relação com as camadas coesas. Na Figura 11, pode-se observar que as camadas mais adensadas, em duas áreas de tabuleiro, variaram tanto em intensidade quanto em posicionamento no perfil do solo. Enquanto a densidade atin-

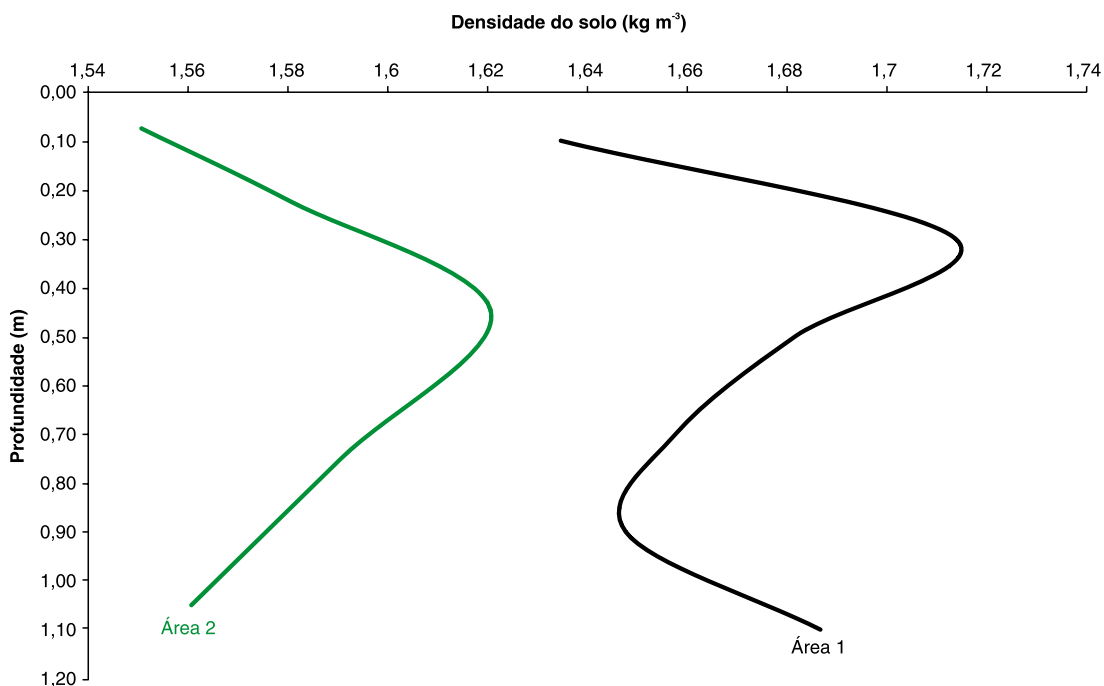


Figura 11. Densidades do solo em áreas próximas nos Tabuleiros Costeiros no norte de Sergipe.

Fonte: Cintra et al. (2004).

ge índice muito elevado no solo da direita ($1,71 \text{ kg m}^{-3}$) e situa-se a 0,30 m da superfície (Área 1), no solo da esquerda, a camada adensada situa-se a 0,45 m de profundidade e apresenta densidade máxima de $1,62 \text{ kg m}^{-3}$ (Área 1). Nesse estudo, Cintra et al. (2004) ressaltaram que, apesar da proximidade e de se situarem no mesmo plano da paisagem, as propriedades físicas e hídricas das duas áreas estudadas foram afetadas diferentemente pelas camadas coesas e que, diante disso, é necessário adotar cuidados especiais e diferenciados na seleção das práticas de manejo do solo e da irrigação a serem utilizadas.

A posição e a intensidade do adensamento da camada coesa no perfil do solo podem causar grandes variações nas manifesta-

ções físicas e hídricas do solo e do sistema radicular da planta. Como a topografia nos tabuleiros se apresenta, quase sempre, plana a suave ondulada, ela pode mascarar essa variabilidade, levando os cocoicultores a utilizarem práticas de manejo similares em solos cujas manifestações dos fatores físicos de crescimento (potencial de água, aeração e resistência mecânica à penetração de raízes) são muito diferentes.

O potencial de água no solo é uma variável de grande importância na cocoicultura praticada nos Tabuleiros Costeiros, não só pelo pelas características edafoclimáticas dessa unidade de paisagem, como também pela grande sensibilidade do coqueiro, especialmente do coqueiro-anão a deficits hídricos. Na Figura 12, estão apresentadas curvas de

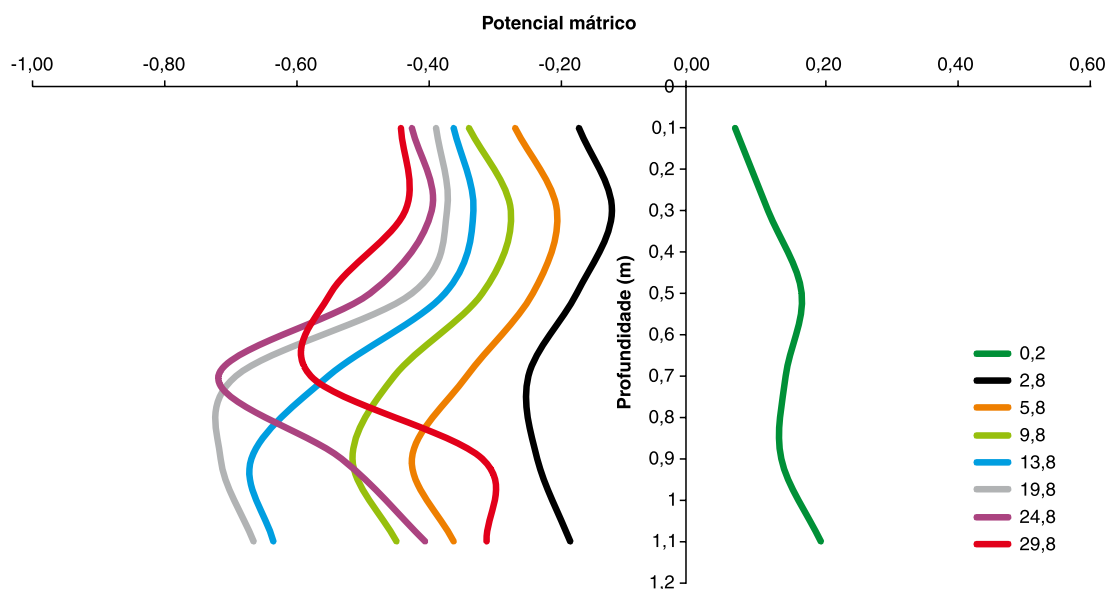


Figura 12. Potencial de água no solo em função do tempo de drenagem em Argissolo coeso dos Tabuleiros Costeiros.

Fonte: Cintra et al. (2004).

potencial mátrico em função do tempo de drenagem, obtidas após a completa saturação do perfil. Para obtenção dessas curvas, é feita a cobertura total da superfície do solo com plástico preto para impedir possíveis trocas com a atmosfera (evaporação e entrada de água através da superfície), possibilitando assim, o monitoramento da redistribuição da água pelo processo de drenagem interna por meio das medidas diárias do potencial mátrico.

Pode-se observar na Figura 12 o aumento gradual da tensão da água no solo em função do tempo de drenagem a partir da condição de saturação total (tempo zero), em que o potencial é positivo em todas as profundidades. Vale destacar o formato da curva em “S” que começa a se formar aos 30 dias após o início das leituras. Verifica-se nessa curva a existência de dois pontos

de maiores tensões (baixos potenciais mátricos), sendo o primeiro a 0,5 m, onde possivelmente está localizada a camada coesa, e o segundo a 0,9 m, onde os teores de argila são mais elevados. No primeiro caso, as alterações estruturais típicas da camada coesa devem estar regendo o movimento de água, enquanto que a 0,9 m as forças de adesão entre a água e a superfície das frações de argila devem ser responsáveis pelo menor potencial mátrico. À medida que há perda de umidade, esse fenômeno tende a se acentuar, gerando os problemas típicos dos solos com camadas coesas quanto ao movimento de água no perfil.

Como os riscos da cocoicultura nos Tabuleiros Costeiros estão relacionados quase sempre à baixa capacidade de retenção de água dos solos e baixo suprimento de água para as plantas, o seu cultivo tem

sido viabilizado, predominantemente, com irrigação. Em sistemas de produção irrigados, o suprimento regular de água reduz a expressão do adensamento da camada coesa, permitindo a penetração das raízes e o aprofundamento do sistema radicular. Essa condição permite a ampliação da área de solo a ser explorada pelas raízes, melhorando o suprimento de água e nutrientes e minimizando o estresse hídrico durante a estação seca.

Para quantificar a eficiência da irrigação na redução da expressão do adensamento e, como consequência, aprofundamento do sistema radicular, Cintra et al. (2008) estudaram o efeito de volumes de água de irriga-

ção na distribuição do sistema radicular de coqueiro-anão-verde. Na Figura 13, tem-se o perfil de enraizamento correspondente a cada volume de água aplicado, 150 L, 100 L e 50 L de água por dia. Nas Figuras 13A e 13B, correspondentes aos volumes de 150 L e 100 L de água por dia, respectivamente, observa-se distribuição ampla do sistema radicular do coqueiro indicando que a quantidade de água de irrigação aplicada reduziu a expressão de adensamento, enquanto na Figura 13C, a quantidade de água aplicada não foi suficiente para reduzir a expressão do adensamento da camada coesa, cuja resistência à penetração se manteve superior à pressão exercida pelas raízes, demons-



Fotos: Fernando Luis Dutra Cintra

Figura 13. Perfis de enraizamento de coqueiros-anões-verdes submetidos a volumes de água de irrigação: 150 L por dia (A) 100 L por dia (B) e 50 L por dia (C) em Argissolo coeso dos Tabuleiros Costeiros.

trando todo seu potencial de impedimento ao aprofundamento das raízes e forçando à orientação lateral das raízes.

Na avaliação dos efeitos destes resultados sobre a produção (número de frutos por planta e volume de água de coco por fruto), Cintra et al. (2009a) concluíram que a aplicação de 150 L de água por dia resultaram em maior número de frutos por planta em relação ao tratamento com 50 L, que não diferiu estatisticamente daquele com 100 L. Acredita-se que o melhor comportamento dos maiores volumes diários de irrigação tenha sido resultante, entre outros motivos, do umedecimento mais homogêneo do perfil do solo e da maior expansão do sistema radicular. Constatou-se, ainda, que as plantas que receberam 150 L de água produziram frutos com maior volume médio de água de coco do que aquelas que receberam 100 L ou 50 L. Vale ressaltar que essa variável tem importância fundamental no agronegócio do coqueiro-anão-verde, por ser a água de coco seu principal produto de comercialização.

Características físicas e hídricas dos solos dos Tabuleiros Costeiros versus sistema radicular do coqueiro

Apesar dos avanços obtidos nos estudos com raiz, água e solo, ainda existem muitos pontos obscuros na compreensão de como os processos envolvidos nessa interação acontecem. Essas dificuldades estão relacionadas, entre outros fatores, ao fato de

as raízes crescerem em planos, direções e espaçamentos diferentes e na dificuldade de se medir gradientes muito pequenos e os fluxos de água nas imediações das raízes (Hillel, 1970). Outro fator a ser considerado é que o estresse hídrico imposto pelo solo às raízes durante uma estação seca pode não ser o mesmo em toda a extensão do sistema radicular: o estresse mais severo próximo à superfície do solo pode atuar conjuntamente com a falta de oxigênio nas camadas profundas e com o impedimento mecânico na camada adensada (Russel, 1981).

Vários trabalhos têm sido conduzidos para avaliação da distribuição do sistema radicular de coqueiro-anão-verde em solo de Tabuleiros Costeiros face à importância atribuída a esta variável para suprimento regular de água e nutrientes para as plantas e, consequentemente, redução do estresse hídrico (que causa tantos danos ao metabolismo do coqueiro). A seguir, serão relacionados os resultados de alguns desses estudos conduzidos pela Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Na Figura 14, está apresentada a distribuição percentual das raízes do coqueiro-anão-verde irrigado com 150 L diários de água em Argissolo do Platô de Neópolis, SE. É possível verificar que as raízes localizaram-se, preferencialmente, entre 0 e 0,6 m de profundidade, intervalo que concentrou 77 % das raízes, que a maior concentração por intervalo de classe aconteceu entre 0,20 m e 0,40 m com percentual de 32% e que mais da metade das raízes (53%) localizaram-se entre 0 e 40 cm. (Cintra et al., 2009b). Pode-se constatar que todo o sistema radicular distribuiu-se de maneira equitativa até 1 m de profundidade,

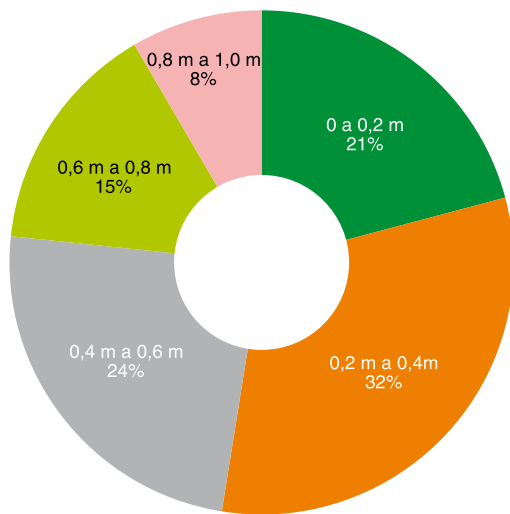


Figura 14. Comprimento de raiz de coqueiro-anão-verde irrigado por profundidade, SE.

Fonte: Cintra et al. (2005).

resultado provável do efeito da irrigação na friabilidade da camada coesa e no umedecimento uniforme do solo.

Não apenas a quantidade de água aplicada e frequência de irrigação devem ser consideradas quando se pensa em irrigação e no seu efeito na distribuição do sistema radicular dos coqueiros; é provável que métodos distintos induzam a comportamentos diferentes do sistema radicular. Cintra et al. (2005) desenvolveram estudo com o objetivo de comparar sistemas de irrigação localizada (microaspersão, gotejamento e gotejamento enterrado), na distribuição lateral e em profundidade do sistema radicular de coqueiro-anão-verde.

Na Figura 15, estão apresentadas curvas que representam o comprimento de raízes observado em cada um dos métodos estudados. O comportamento das curvas mostra que os sistemas por gotejamento foram similares entre si e muito diferentes da mi-

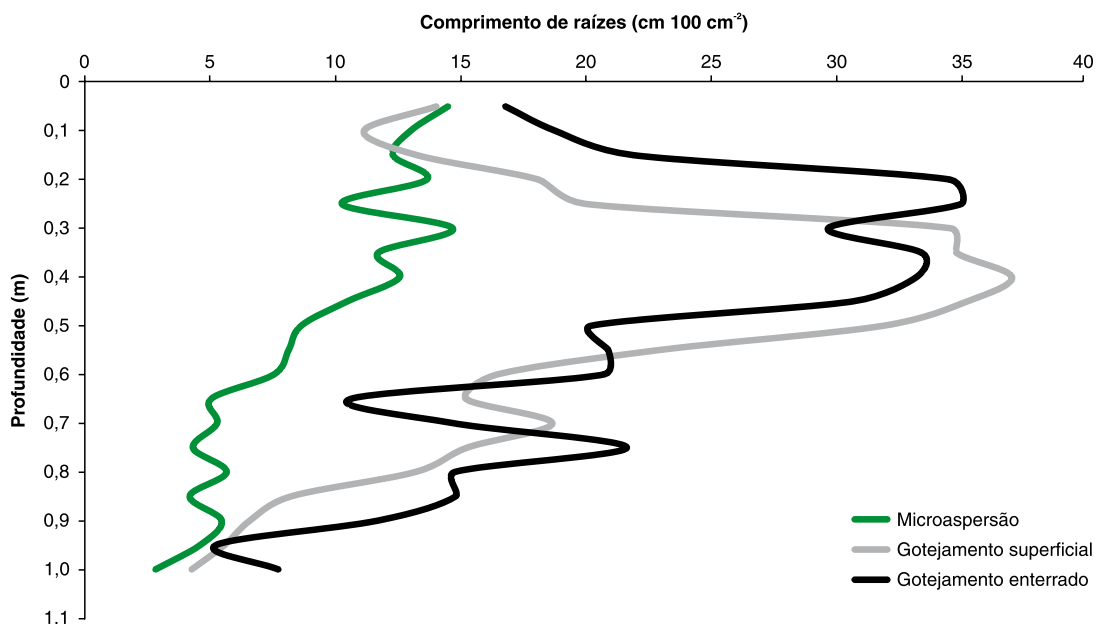


Figura 15. Distribuição de raízes do coqueiro-anão-verde em função da profundidade do solo e sistemas de irrigação localizada.

Fonte: Cintra et al. (2005).

croaspersão. Além do maior comprimento de raízes em todas as profundidades, verifica-se no gotejamento maior concentração de raízes entre 0,2 m e 0,5m. A presença de grande quantidade de raízes nessa profundidade é um indicativo de que os sistemas por gotejamento podem ser mais eficientes no umedecimento das camadas coesas e, consequentemente, na redução da expressão do seu adensamento.

O bom desempenho dos coqueirais cultivados nos Tabuleiros Costeiros está condicionado ao conhecimento das peculiaridades das áreas em que estão implantados (clima e solo), e do ajuste dos sistemas de produção às condições específicas do meio ambiente. É imprescindível a utilização de práticas de manejo do solo que impeçam ou dificultem a perda rápida da água do solo após a estação chuvosa.

A seguir, serão discriminados alguns cuidados que os cocoicultores deverão levar em conta na condução de coqueirais cultivados na unidade de paisagem dos Tabuleiros Costeiros e que tem relação direta com as características físicas do solo:

- O preparo do solo deve passar, necessariamente, pela minimização de práticas mecanizadas e introdução de sistemas que priorizem a utilização de práticas capazes de aumentar os teores de matéria orgânica no solo.
- Independente da presença de camadas coesas, as práticas de manejo devem contribuir para aumentar a capacidade de retenção de água e permitir o aprofundamento das raízes.

Referências

- AMMA, B. S. K.; MATHEW, C. Know about coconut roots. **Indian Coconut Journal**, v. 10, n. 6, p. 7-8, 1979.
- ARAÚJO FILHO, J. C. de; CARVALHO, A.; SILVA, F. B. R. Investigações preliminares sobre a pedogênese de horizontes coesos em solos dos tabuleiros costeiros do Nordeste de Brasil. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 2001, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p. 123-142.
- BOLFE, E. L.; BARRETO, A. C.; SILVA, A. A. G. da; TUPINAMBÁ, E. A. Geoestatística aplicada ao monitoramento da superfície freática num perfil de solo de baixada litorânea. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 1., 2002, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 1 CD-ROM.
- CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; LEAL, M. de L. da S. Distribuição do sistema radicular do coqueiro gigante do Brasil submetido a diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, n. 2, p. 327-332, 1996.
- CINTRA, F. L. D.; PASSOS, E. E. de M.; LEAL, M. de L. da S. Avaliação da distribuição do sistema radicular de cultivares de coqueiro gigante. **Oléagineux**, v. 48, n. 11, p. 453-461, 1993.
- CINTRA, F. L. D.; PORTELA, J. C.; NOGUEIRA, L. C. Caracterização física e hídrica em solos dos tabuleiros costeiros no distrito de irrigação Platô de Neópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 45-50, 2004.
- CINTRA, F. L. D.; PORTELA, J. C.; NOGUEIRA, L. C.; GORNAT, B. **Distribuição de raízes de coqueiro anão verde sob sistemas de irrigação localizada em solo dos tabuleiros costeiros**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 17 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 6).
- CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. de L. da S.; PORTELA, J. C. Efeito de volumes de água de irrigação no regime hídrico de solo coeso dos tabuleiros e na produção de coqueiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 1041-1051, 2009a.
- CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. L. S. Distribuição de raízes de coqueiro anão sob volumes de água em solo coeso dos tabuleiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 6, p. 614-619, 2008.
- CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; NOGUEIRA, L. C.; LEAL, M. de L. da; PORTELA, J. C.; GORNAT, B. **Atributos físicos e hídricos de solos cultivados com coqueiro anão verde irrigado no Platô**

de Neópolis: resultados de pesquisas. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009b. 35 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 146).

CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; PROCÓPIO, S. de O. **Cobertura morta com folhas secas de coqueiro:** alternativa sustentável para sistemas de produção de coqueiro-anão-verde irrigado. Aracaju, Embrapa, 2016. 4 p. (Comunicado técnico, 198). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1062906/1/cot198.pdf>>. Acesso em: 10 set 2018.

HILLEL, D. **Solo e água:** fenômenos e princípios físicos. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1970. 231 p.

MEDINA, J. C.; GARCIA, J. L. M.; MARTIN, Z. J. de; KATO, K.; TERUO, P.; TURATTI, J. M.; SANTOS, L. C. dos; SILVA, M. T. C.; CANTO, W. L.; BICUDO NETO, L. de C.; MORETTI, V. A. **Coco:** da cultura ao processamento e comercialização. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1980. 285 p. (ITAL. Série Frutas Tropicais, 5).

MENON, K. P. V.; PANDALAI, K. M. **The coconut palm.** Ernakulan: Indian Central Coconut Committee, 1958. 384 p.

POMIER, M.; BONNEAU, X. Développement du système racinaire du cocotier en fonction du milieu en

Côte d'Ivoire. **Óleagineux**, v. 42, n. 11, p. 409-421, 1987.

RUSSELL, R. S. Plant root system: their function and interaction with the soil. In: RUSSELL, R. S.; IGUE, K.; MEHTA, Y. R. (Ed.). **The soil/root system in relation to brazilian agriculture.** Londrina: Iapar, 1981. p. 3-19.

SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUSA NETO, N. C.; BRITO, L. T. L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; SILVA, A. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. **Zoneamento agroecológico do Nordeste:** diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1993. 2 v. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 80).

SOUZA, L. S. Aspectos sobre o uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 1, p. 34-39, 1997.

TAYLOR, H. M. Managing root system to reduce plant weather deficits. In: RUSSEL, R. S.; IGUE, K.; MEHTA, Y. R. (Ed.). **The soil/root system in relation to brazilian agriculture.** Londrina: IAPAR, 1981. p. 45-60.

Capítulo 4

Nutrição e adubação

Lafayette Franco Sobral
Inácio de Barros

Introdução

A produção de frutos do coqueiro é contínua e remove grandes quantidades de nutrientes, que a maioria dos solos onde a planta é cultivada não tem condições de suprir (Sobral, 1998). Por exemplo, uma produção equivalente 119 frutos por planta por ano remove, através da casca, coque e albúmen, 51,72 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 7,54 kg ha⁻¹ de fósforo (P), 87,46 kg ha⁻¹ de potássio (K), 3,95 kg ha⁻¹ de cálcio (Ca), 5,67 kg ha⁻¹ de magnésio (Mg), 4,57 kg ha⁻¹ de enxofre (S) e 47,03 kg ha⁻¹ de cloro (Cl) (Ouvrier, 1984). Assim, a adubação torna-se uma prática necessária para obter-se uma produtividade economicamente viável e sustentável.

O objetivo deste capítulo é sistematizar as informações sobre a nutrição e a adubação do coqueiro-anão, facilitando sua utilização pelos agentes envolvidos na sua cadeia produtiva, cujo foco deve ser a produtividade com equilíbrio ambiental.

Sintomas de deficiência dos nutrientes

Nitrogênio

A falta de N causa amarelecimento gradual nas folhas do coqueiro e diminuição do número de flores femininas. Em situação de deficiência pronunciada, há um decréscimo de número e tamanho das folhas e estreitamento do estipe, causando o que se chama “ponta de lápis”. As condições que predis põem à deficiência de N são: insuficiência de fertilizante nitrogenado, lixiviação do N aplicado, baixo teor de matéria orgânica no solo, elevado nível de matéria orgânica não decomposta no solo, em função de condições desfavoráveis à mineralização do N, baixa pluviosidade e a presença de ervas daninhas, pela falta de coroamento e roçagem. Na Figura 1, são mostradas plantas de coqueiro-anão com deficiência de N.



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 1. Deficiência de nitrogênio em plantas de coqueiro-anão.

Fósforo

A deficiência de P provoca a diminuição do crescimento do coqueiro e aumento da concentração relativa de clorofila, observado nas folhas por um verde mais escuro. A remoção do P pelo coqueiro é pequena (Ouvrier, 1984), entretanto, em solos com valores muito baixos de P disponível, o nutriente torna-se limitante. Leal et al. (1994) conduziram um experimento com coqueiro-gigante de 4 anos em um Argissolo com $2,2 \text{ mg dm}^{-3}$ de P pelo Mehlich-1, onde foi observado o efeito significativo do P na circunferência do coleto e no número de folhas emitidas (Tabela 1). Nesse solo, o nível crítico estimado é de 10 mg dm^{-3} .

Potássio

Os sintomas de deficiência de K caracterizam-se pelo aparecimento de manchas cor de ferrugem nos dois lados do folíolo, e também pelo aparecimento de pequeno amarelecimento desses folíolos, mais intenso na extremidade, e que evolui posteriormente para a necrose (Figura 2). Na planta, a deficiência pode ser reconhecida pelo amarelecimento das folhas no meio da copa e o posterior secamento das folhas mais velhas, enquanto as folhas mais novas permanecem verdes (Manciot et al., 1980).

Cloro

A importância do Cl para a nutrição do coqueiro foi demonstrada por Uexkull (1972).

Tabela 1. Efeito do fósforo no desenvolvimento do coqueiro em um Argissolo de Santa Luzia do Itanh, Sergipe.

Tratamento (g de P por planta ⁻¹)	P na folha nº 4 (g kg ⁻¹)	Circunferência do coleto (cm)	Número de folhas emitidas
0	1,09 a	89,58 b	8,10 b
300	1,16 a	110,61 a	9,37 a

Fonte: Leal et al. (1994).

Fotos: Lafayette Franco Sobral



Figura 2. Coqueiro com deficiência de potássio (A) e detalhes dos sintomas nas folhas (B).

A aplicação de KCl aumentou o peso do albúmen, de 117 g para 216 g, e o teor de Cl na folha nº 14, de 0,40 g kg⁻¹ para 2,33 g kg⁻¹. O teor de K na mesma folha variou de 10,9 g kg⁻¹ a 11,7 g kg⁻¹, permanecendo praticamente constante. Os sintomas de deficiência apresentam-se primeiramente nas folhas mais velhas, que amarelecem e apresentam manchas alaranjadas. Os folíolos secam nas margens e nas extremidades, ocorrendo também diminuição do tamanho dos frutos.

Cálcio

Os primeiros sintomas aparecem nas folhas nº 1, 2 e 3 e consistem de manchas amarelas arredondadas, tornando-se marrons no

centro. As manchas são isoladas no primeiro estágio, coalescendo e secando ao final. Em folhas jovens, as manchas são uniformemente distribuídas, porém, a partir da folha nº 4, essas manchas concentram-se na base. As plantas que apresentaram esses sintomas continham apenas 0,85 g kg⁻¹ de Ca na folha nº 4 (Dufour et al., 1984).

Magnésio

Os sintomas da deficiência aparecem primeiro nas folhas velhas. Nas partes extremas do folíolo e expostas ao sol, o amarelecimento é mais intenso, enquanto que próximo à ráquis os folíolos permanecem verdes (Figura 3). Quando a deficiência torna-se severa, ocorre a necrose nas extremi-



Foto: Evandro Almeida Tupinambá

Figura 3. Deficiência de magnésio em folhas de coqueiro-anão.

dades dos folíolos, que ficam amarelo-escuros. Nesse estágio, manchas translúcidas podem ser observadas.

Enxofre

O S é tido como um elemento imóvel nas plantas e, por isso, os sintomas de deficiência aparecem nas folhas novas (Marschener, 1995) (Figura 4). Em coqueiros jovens, quando há deficiência de S, as folhas tornam-se amarelas e alaranjadas, com necrose nas extremidades dos folíolos. No coqueiro adulto, há redução no número de folhas vivas, que amarelecem. Nas folhas mais velhas, há o enfraquecimento da

ráquis, fazendo com que aquelas tombem em torno do estipe. O número de frutos é pequeno e tende a zero quando a deficiência se agrava. O albúmen, depois de seco (copra), torna-se fino e elástico, com baixo teor de óleo (Southern, 1969).

Boro

A deficiência de B manifesta-se nos folíolos, que se apresentam juntos na extremidade (Figura 5A). Com a progressão da deficiência, os folíolos da base das ráquis diminuem de tamanho, apresentam crestamento, podendo, inclusive, desaparecer (Figura 5B). Nos casos mais graves, o ponto de crescimento deforma-se completamente, paralisando o desenvolvimento da planta. A Figura 5C mostra uma planta com deformação nas folhas novas causada pela deficiência de B.

Cobre

No início, a raque das folhas novas torna-se flácida e, em seguida, enverga (Figura 6A). Quase simultaneamente as extremidades dos folíolos começam a secar, passando do verde ao amarelo e, por fim, ao marrom com aspecto de queimado (Figura 6B). Quando a deficiência se agrava, a planta seca completamente e as novas folhas emitidas são pequenas e cloróticas. No Brasil, a deficiência foi encontrada em coqueiros plantados em Neossolo Quatzarênico. Na oportunidade, foi realizada análise foliar e o teor de cobre na folha nº 4 foi 0,4 mg kg⁻¹ valor muito abaixo do nível crítico de 5 mg kg⁻¹.

Foto: Lafayette Franco Sobral



Figura 4. Deficiência de enxofre em folhas novas do coqueiro-anão-verde.

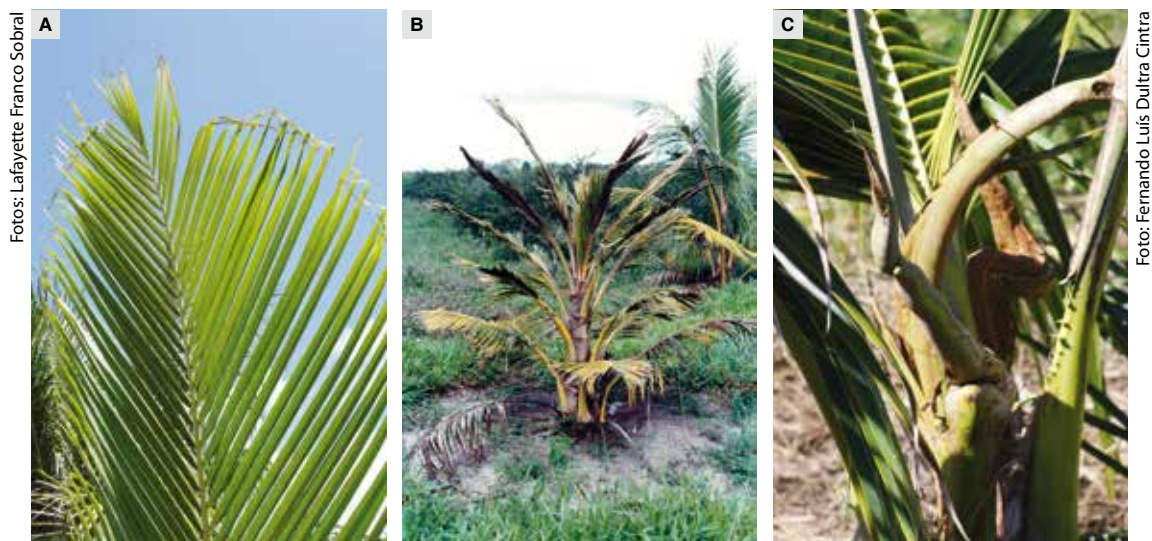


Figura 5. Deficiência de boro em coqueiro, mostrando a união dos folíolos na extremidade (A), a deformação das folhas novas (B) e uma planta com sintoma severo desse nutriente (C).



Figura 6. Sintoma inicial de deficiência de cobre: encurvamento da ráquis (A) e sintomas nas folhas em estágio mais avançado (B).

Manganês, zinco e ferro

Sintomas de deficiência de Mn, Zn e Fe ainda não foram constatados no Brasil. Sobral (1989), ao realizar o levantamento do estado nutricional dos coqueirais de Sergipe,

observou uma relação significativa entre os teores de Mn no solo e na folha do coqueiro. Quando se comparam os teores de Zn encontrados nos coqueirais do Nordeste com o nível crítico utilizado em outros países (15 mg kg^{-1}), observa-se que a maioria

desses valores está abaixo do normal. Porém, em Sergipe, não foram observados sintomas visuais de deficiência de Zn. Também não foram encontrados sintomas de deficiência de Fe, pois poucas amostras apresentaram valores abaixo de 40 mg kg^{-1} , nível considerado como crítico para esse micronutriente. Convém lembrar que, em solos tropicais, a presença de óxidos de Fe é substancial. Os sintomas de deficiência de Fe foram descritos por Pomier (1969) e encontrados nas Ilhas Coralinas do Pacífico, onde os altos teores de carbonato de Ca tornam o Fe indisponível.

Determinação da necessidade de adubação do coqueiro

A determinação da necessidade de adubação do coqueiro pode ser feita através das análises de solo e foliar.

Análise de solo

As amostras de solo devem ser coletadas na projeção da copa – local de adubação – tomando-se cerca de 20 subamostras em cada área homogênea do plantio, as quais comporão uma amostra composta. As amostras devem ser retiradas, decorridos, no mínimo, 60 dias da última adubação, na camada de 0 a 20 cm, pois grande parte das raízes do coqueiro concentra-se nessas profundidades (Cintra et al., 1992, 1993). Para fins de recomendação de calagem, a amostragem também deverá ser efetuada nas entrelinhas, na mesma profundidade. As

análises a serem solicitadas devem incluir: pH, matéria orgânica, Ca, Mg, Al, H mais Al, P, K e Na. Alguns laboratórios também analisam os micronutrientes: Zn, Mn, Cu e B.

Análise foliar

A diagnose foliar consiste na determinação das quantidades dos elementos de uma folha previamente estabelecida. O método baseia-se no fato de que um aumento na concentração de um determinado elemento ou elementos na folha corresponde a um aumento de produção. Essa correspondência, em geral, é medida por coeficientes de correlação e/ou determinação, de acordo com a forma do gráfico obtido quando são computados teores de nutrientes na abscissa (x) e produção na ordenada (y). A interpretação dos resultados da análise foliar é realizada com base no nível crítico, que é um valor abaixo do qual a probabilidade de resposta ao uso de fertilizantes é alta (Sobral; Santos, 1987). Nas Tabelas 2 e 3 são mostrados os níveis críticos para as folhas nº 9 e nº 14 dos coqueiros gigante, híbrido e anão.

Amostragem das folhas para análise

A folha a ser amostrada é a que está no meio da copa do coqueiro, nem muito nova nem muito velha. No coqueiro adulto, a folha nº 14 é a que melhor expressa o estado nutricional da planta (Frémond et al., 1966). Em plantas jovens, pode-se utilizar a folha nº 9. Quando se amostram coqueiros de mesma idade, porém com desenvolvimento diferente, a folha analisada será aquela

Tabela 2. Níveis críticos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cloro, boro, cobre, manganês e zinco nas folhas nº 9 e nº 14 de coqueiros gigantes e híbridos.

Nutriente	Folha nº 9 (planta jovem)		Folha nº 14	
	Gigante	Híbrido	Gigante	Híbrido
g kg⁻¹				
N	22,0	22,0	17,0 ¹	18,0
P	1,3	1,3	1,2	1,2
K	11,5	17,0	8,0	9,0
Ca	3,0	3,0	3,0	3,2
Mg	2,4	2,6	2,0	3,0
S	1,3	1,3	1,5	1,5
Cl			6,1 ¹	6,0
mg kg⁻¹				
B			11,0	14,0
Cu			5,0	5,0
Mn			100,0	100,0
Zn			15,0	15,0

Fonte: Sobral et al. (2007).

Tabela 3. Níveis críticos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cloro, sódio, boro, cobre, manganês, zinco e ferro nas folhas nº 9 e nº 14 de coqueiro-anão-verde.

Nutriente	Folha nº 9	Folha nº 14
	g kg⁻¹	
N	21,0	22,0
P	1,5	1,4
K	16,0	15,0
Ca	3,0	3,5
Mg	3,0	3,3
S	1,3	1,5
Cl	8,0	7,5
Na	1,5	1,3
mg kg⁻¹		
B	17,0	20,0
Cu	5,0	5,0
Mn	60,0	65,0
Zn	14,0	15,0
Fe	35,0	40,0

Fonte: Sobral et al. (2007).

comum a todas as plantas, mantendo-se o conceito de meio de copa.

Para encontrar a folha nº 9, atribui-se a folha mais recentemente aberta o número 1 (Figura 7) e conta-se sucessivamente até encontrar a de número 9.

Para encontrar a folha nº 14, dá-se uma volta em torno da planta e localiza-se a folha em cuja axila encontra-se a inflorescência aberta mais recentemente, a qual é a folha nº 10 (Figura 8). Do lado oposto fica a folha nº 9, abaixo da qual está a folha nº 14, que possui na sua axila um cacho com frutos do tamanho de uma mão fechada. Em coqueiros irrigados, o tamanho do fruto pode ser menor em função da maior velocidade de emissão das folhas.

Para a coleta das amostras, a plantação deve ser dividida em áreas homogêneas.

Foto: Lafayette Franco Sobral



Figura 7. Indicação da folha mais recentemente aberta à qual é atribuído o número 1.

Para isso, deve-se levar em conta a idade das plantas e os aspectos nutricionais e fitossanitários, além da variabilidade do solo. De cada área homogênea, devem-se retirar amostras de cerca de 20 plantas, podendo o número ser maior, no caso de coqueiros oriundos de cruzamento natural, e menor - mínimo de 15 -, em caso de coqueiro-anão e de coqueiro híbrido obtidos de cruzamento dirigido. As amostras devem ser coletadas durante a estação seca. Deve-se efetuar a coleta na parte da manhã, entre 7h e 11h. Se houver precipitação pluvial acima de 20 mm, será necessário esperar 36 horas após a chuva para evitar flutuações decorrentes da lixiviação de nutrientes. Encontrada a folha a ser amostrada, três folíolos são retira-

dos de cada lado da parte central da folha, evitando-se os danificados. Em cada folíolo, somente os 10 cm centrais são aproveitados, os quais devem ser acondicionados em saco de papel, cuja identificação deve incluir o local da coleta, a data, o número da árvore e a posição da folha.

Calagem e adubação do coqueiro

Calagem

O método da saturação por bases é o mais comumente utilizado para o cálculo da quantidade de calcário, o qual tem como premissa a relação entre a saturação e o pH. A saturação por bases deve ser elevada para 60% e para o cálculo, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$NC = \frac{CTC (V1 - V)}{PRNT} \text{ em t ha}^{-1}$$

Em que:

NC = Necessidade de calagem

CTC = Capacidade de troca catiônica expressa em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$

V = Percentagem de saturação atual por bases do solo

$V1$ = Saturação por bases no solo (desejada)

$PRNT$ = Poder relativo de neutralização total do calcário a ser usado

Na cultura do coqueiro, a calagem pode ser efetuada em toda a área ou somente na projeção da copa. Caso o teor de Al no solo



Fotos: Lafayette Franco Sobral

Figura 8. Fotos indicando as folhas nº 10 (A) e nº 14 (B).

seja maior que $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, a calagem deverá ser efetuada na área toda, para reduzir a toxidez. Quando o teor de Al for menor que $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, o teor de Ca no solo menor que $1,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e do magnésio menor que $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, a calagem deve ser efetuada na área do círculo, que tem como centro o estipe e como limite a projeção da copa. A quantidade de calcário a ser aplicada na projeção da copa é calculada com base na área do círculo em torno da planta. Considerando-se um raio aproximado de 1,5 m, que corresponde a uma área de $7,06 \text{ m}^2$, e uma dose de 2 t ha^{-1} de calcário a quantidade de calcário por planta seria de 1,41 kg. Nos dois métodos, a incorporação é importante, pois favorece as reações de dissolução do calcário. Quando a calagem for feita em toda a área, a incorporação é feita com grade e a profundidade estimada está

em torno de 0,2 m. Quando o calcário for aplicado na projeção da copa, a profundidade de incorporação do calcário é menor. Um fator importante é o período entre a calagem e a adubação, que deve ser de, no mínimo, 60 dias. Após a calagem, os carbonatos de Ca e Mg do calcário começam a se dissociar causando uma grande elevação do pH, o que favorecerá a volatilização do N aplicado, a insolubilização do P e a lixiviação do K, pois grande parte das cargas negativas estará ocupada com Ca e Mg advindos do calcário.

Adubação

A adubação deve ser realizada anualmente, para repor os nutrientes retirados pela colheita. A quantidade de nutrientes removida pela planta não deve ser utilizada como critério único de reposição de adubação,

considerando-se que a lixiviação e as reações que ocorrem quando os fertilizantes são aplicados no solo, concorrem para diminuir a disponibilidade de nutrientes para a planta. A adubação pode ser feita de forma convencional ou pela fertirrigação. Trabalhos de fertirrigação com N e K no coqueiro-anão-verde foram desenvolvidos por Silva et al. (2006) e Ferreira Neto et al. (2007), os quais demonstraram a influencia do N e do K na qualidade dos frutos do coqueiro-anão-verde. Sobral e Nogueira (2008), em um trabalho de 5 anos conduzido no projeto Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis, concluíram que: a aplicação de uréia e KCl via fertirrigação elevou no período a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo para o valor máximo de $0,65 \text{ dS m}^{-1}$ e não influenciou na produção do coqueiro. A amostragem de solo para fins de fertilidade na cultura do coqueiro-anão fertirrigado pode ser feita na profundidade de 0 a 20 cm. Os níveis críticos de N e K nas folhas nº 9 e nº 14 foram $19,20 \text{ g kg}^{-1}$ e $20,53 \text{ g kg}^{-1}$ e $12,8 \text{ g kg}^{-1}$ e $9,4 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. O nível crítico de K no solo pelo Mehlich 1, na profundidade de 0 a 20 cm foi 45 mg dm^{-3} .

No plantio do coqueiro, quando o teor de P no solo estiver abaixo de 10 mg dm^{-3} (solos com menos de 150 g kg^{-1} de argila), recomenda-se aplicar na cova 800 g de superfosfato simples. Para teores de argila mais altos, consultar Sobral et al. (2007). O fertilizante deve ser misturado a um adubo orgânico disponível e ao solo de superfície, cuja mistura depois de homogeneizada, deve preencher o volume da cova. Como as

reações de mineralização da matéria orgânica são exotérmicas, esperar um mínimo de 30 dias para efetuar o plantio.

No primeiro ano, aplicar 50 g de ureia por planta por mês e também 50 g por planta por mês de KCl quando o teor de K no solo estiver abaixo de 30 mg dm^{-3} . Note que a dose de N é baseada em experimentos, pois, o N não é analisado em laboratórios de rotina de fertilidade do solo. A partir do segundo ano, as sugestões de adubação para o coqueiro-anão em formação estão na Tabela 4.

Tabela 4. Sugestões de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio para o coqueiro-anão em formação, com base em análises de solo e folha.

Ano	N na folha nº 9 (g kg^{-1})		
	<16	16–21	>21
g por planta			
1–2	600	450	300
2–3	900	750	600
	P na folha nº 9 (g kg^{-1})		
	<1,2	1,2–1,5	>1,5
	P no solo Mehlich-1 (mg dm^{-3})		
	Baixo	Médio	Alto
1–2	200	150	100
2–3	300	200	100
	K na folha nº 9 (g kg^{-1})		
	<12	12–16	>16
	K no solo Mehlich-1 (mg dm^{-3})		
	<30	30–45	>45
0–1	600	400	200
1–2	900	700	500
2–3	1.200	900	600

Fonte: Sobral et al. (2007).

Sobral et al. (2007) desenvolveram recomendação de adubação para o coqueiro-anão com base nas análises de solo e folha, as quais são mostradas nas Tabelas 4, 5, 6 e 7.

Quando o Ca na folha nº 14 for menor que 3 g kg⁻¹ e o Mg menor que 2 g kg⁻¹, checar os resultados da análise de solo para necessidade de calagem. Havendo necessidade, o Ca e o Mg poderão ser supridos através de calcário dolomítico, embora este seja de so-

Tabela 5. Sugestões de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio para o coqueiro-anão irrigado em produção, com base nas análises de solo e folha.

Produtividade frutos por planta por ano	N na folha nº 14 (g kg ⁻¹)		
	<16	16–20	>20
	g de N por planta por ano		
100–150	1.000	800	500
150–200	1.300	1.000	700
>200	1.600	1.300	900
P na folha nº 14 (g kg ⁻¹)			
	<1,10	1,10–1,45	>1,45
P Mehlich-1 (mg dm ⁻³)			
	Baixo	Médio	Alto
g de P ₂ O ₅ por planta por ano			
100–150	200	100	-
150–200	400	300	200
>200	600	400	300
K na folha nº 14 (g kg ⁻¹)			
	<9,0	9,0–10,0	>10,0
K Mehlich-1 (mg dm ⁻³)			
	<30	30–45	>45
g de K ₂ O por planta por ano			
100–150	1.200	900	600
150–200	1.500	1.200	900
>200	1.800	1.500	1.200

Fonte Sobral et al. (2007).

Tabela 6. Sugestões de adubação do coqueiro-anão com magnésio, com base na análise da folha.

Produtividade frutos por planta por ano	Mg na folha nº 14 (g kg ⁻¹)		
	<2,0	2,0–2,6	>2,6
	g de MgO por planta por ano		
100–150	300	200	-
150–200	600	400	-
>200	800	600	-

Fonte Sobral et al. (2007).

lubilização lenta. Se não houver necessidade de calagem, o Ca pode ser fornecido via sulfato de Ca (gesso) através de aplicação localizada em doses de até 5kg por planta em solos com teor de argila menor que 20%. O Mg poderá ser fornecido via MgO ou sulfato de Mg. Na Tabela 6 estão sugestões de adubação com Mg com base na análise foliar. Quando o S na folha estiver abaixo de 1,5 g kg⁻¹ e as fontes de N, P e K não contiverem S, aplicar 100 g de S elementar por planta. Quanto aos micronutrientes B, Cu, Mn e Zn sugestões de adubação com base nas análises de solo e folha são mostradas na Tabela 7.

Sobral et al. (2007) desenvolveram recomendações de adubação para o coqueiro-gigante com base nas análises de solo e folha, as quais são mostradas na Tabela 8.

Quanto aos nutrientes não contemplados na Tabela 8, pode-se proceder da seguinte maneira: quando na folha nº 14 o teor de Ca for menor que 3 g kg⁻¹ e o de Mg menor que 2 g kg⁻¹, checar os resultados da análise de solo para necessidade de calagem, pois

Tabela 7. Sugestões de adubação com os micronutrientes boro, cobre, manganês e zinco, com base nas análises de solo e folha.

Nutriente	Teor no solo (mg dm ⁻³)	Teor na folha (mg kg ⁻¹)		Fertilizante (g planta ⁻¹)
		nº 9	nº 14	
B ⁽¹⁾	0 a 0,6	<17	<20	Bórax (50)
	>0,6	≥ 17	≥ 20	-
Cu ⁽²⁾	0 a 0,9	<5	<5	Sulfato de cobre (100)
	>0,9	≥ 5	≥ 5	-
Mn	0 a 9,0	<60	<65	Sulfato de manganês (100)
	>9,0	≥ 60	≥ 65	-
Zn	0 a 1,8	<14	<15	Sulfato de zinco (120)
	>1,8	≥ 14	≥ 15	-

⁽¹⁾Água quente. ⁽²⁾ Mehlich-1.

Fonte Sobral et al. (2007).

os dois nutrientes poderão ser fornecidos através de Ca dolomítico, embora este seja de solubilização lenta. Quando o teor de B for menor que 15 mg kg⁻¹, aplicar 50 g de ácido bórico por planta. Quando o teor de Cu for menor que 5 mg kg⁻¹, aplicar 100 g de sulfato de cobre por planta. Quando o teor de Zn for menor que 15 mg kg⁻¹, aplicar 100 g de sulfato de Zn por planta. E, quando o teor de Mn nessa folha for menor que 65 mg kg⁻¹, aplicar 100 de sulfato de Mn por planta, sempre na projeção da copa. A deficiência de S poderá ser corrigida, usando-se o sulfato de amônio ou superfosfato simples como fontes de N e P.

Sugere-se que, em cultivo de sequeiro, os fertilizantes sejam fracionados em duas aplicações: metade dos fertilizantes no início das chuvas, e a outra metade, no final.

A adubação do coqueiro deve ser efetuada na área do coroamento, com raio variando entre 1,5 m e 2,0 m nos coqueiros anão e gigante, respectivamente. Em locais planos, os fertilizantes devem ser aplicados e incorporados para evitar perdas de N por volatilização, principalmente quando a fonte do nutriente for a ureia. Em terrenos com declive, deve-se fazer um sulco com 20 cm a 30cm de largura e 5 cm a 10cm de profundidade, aplicar o adubo e, em seguida, fechá-lo. Esse procedimento evita perda de fertilizantes por arrastamento superficial, em caso de ocorrência de chuvas fortes.

Sempre que possível, devem-se utilizar tanto fontes orgânicas quanto inorgânicas, pois com a primeira melhora-se a qualidade físico-química do solo, e com a segunda completam-se as necessidades da planta.

Tabela 8. Sugestões de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) para o coqueiro-gigante em produção, com base nas análises de solo e folha.

Produtividade frutos por planta por ano	N na folha nº 14 (g kg ⁻¹)		
	<16	16–17	>17
	N na g por planta por ano		
20–40	700	500	350
40–60	900	700	500
>60	1.050	900	700
	P na folha nº 14 (g kg ⁻¹)		
	<1,0	1,0–1,2	>1,2
	P Mehlich-1 (mg dm ⁻³)		
	Baixo	Médio	Alto
	g de P ₂ O ₅ por planta por ano		
20–40	200	100	50
40–60	300	200	100
>60	400	300	200
	K na folha nº 14 (g kg ⁻¹)		
	<6,0	6,0–8,0	>8,0
	K Mehlich-1 (mg dm ⁻³)		
	<30	30–45	>45
	g de K ₂ O por planta por ano		
20–40	900	600	300
40–60	1.200	900	600
>60	1.500	1.200	900

Fonte Sobral et al. (2007).

Fazendas mistas devem utilizar o esterco produzido para melhorar as condições de solo do coqueiral; porém, é enganoso pensar que se podem suprir as necessidades da planta unicamente com fontes orgânicas.

Devem-se observar algumas condições no processo de decisão do investimento na adubação do coqueiro:

- Dispor de capital para a adubação, pois a resposta ao fertilizante só aparece depois de 2 anos.
- Proceder, sempre que possível, à análise foliar, pois é o método que melhor reflete as necessidades da planta.
- Efetuar a adubação somente em plantas com boa capacidade de resposta. Não devem ser adubadas as plantas danificadas por pragas e doenças, aquelas em idade avançada, as que tenham sido expostas a encharcamento por longo período ou aquelas que tenham sofrido deficiências nutricionais graves, com danos irreversíveis.

Referências

- CINTRA, F. L. D.; LEAL, M. de L. da S.; PASSOS, E. E. M. Root system distribution in dwarf coconuts. *Oleagineux*, v. 47, n. 5, p. 225-234, 1992.
- CINTRA, F. L. D.; PASSOS, E. E. M.; LEAL, M. de L. da S. Avaliação do sistema radicular de cultivares do coqueiro gigante. *Oleagineux*, v. 48, n. 11, p. 453-461, 1993.
- DUFOUR, F. O.; QUILLEC, G.; OLIVIN, J.; RENARD, J. L. Mise en évidence d'une carence en calcium sur cocotier. *Oleagineux*, v. 39, n. 3, p. 139-142, 1984.
- FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, J. S. de; FOLEGATTI, M. V.; GHEYI, H. R.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F. Qualidade de fruto de coqueiro anão verde em função de nitrogênio e potássio na fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 5, p. 453-458, 2007.
- FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; NUCÉ DE LAMOTHE, M. de. *The coconut palm*. Berna: Instituto International do Potássio, 1966. 222 p.
- LEAL, E. C.; SANTOS, Z. G. dos; RAM, C.; WARWICK, D. R. N.; LEAL, M. de L. S.; RENARD, J. L. Efeito da adubação mineral sobre a incidência das lixas *Sphaerodothis torrendiella* e *Sphaerodothis acromiae* no coqueiro *Cocos nucifera* L. *Oleagineux*, v. 49, n. 5, p. 213-220, 1994.
- MANCIOT, R.; OLLAGNIER, M.; OCHS, R. Nutrition minérale et fertilisation du cocotier dans le monde. *Oleagineux*, v. 35, n. 1, p. 13-22, 1980.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

OUVRIER, M. Exportation par la récolte du cocotier PB-121 en fonction de la fumure potassique et magnésienne. **Oléagineux**, v. 39, n. 5, p. 263-271, 1984.

POMIER, M. Nutrition minerale des jeunes cocotiers sur sols coralliens. **Oléagineux**, v. 24, n. 1, p. 13-19, 1969.

SILVA, R. A.; CAVALCANTE, L. F.; HOLANDA, J. S.; PEREIRA, W. E.; MOURA, M. F. de; FERREIRA NETO, M. Qualidade de frutos do coqueiro-anão verde fertirrigado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 310-313, 2006.

SOBRAL, L. F. **Estado nutricional dos coqueirais de Sergipe**. Aracaju: EMBRAPA-CNPCo, 1989. 19 p. (EMBRAPA-CNPCo. Boletim de Pesquisa, 5).

SOBRAL, L. F. Nutrição e adubação do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1998. p. 129-157.

SOBRAL, L. F.; NOGUEIRA, L. C. Influência de nitrogênio e potássio via fertirrigação, em atributos do solo, níveis críticos foliares e produção do coqueiro-anão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1675-1682, 2008.

SOBRAL, L. F.; SANTOS, Z. G. dos. **Sistemas de recomendações de fertilizantes para o coqueiral (*Cocos nucifera* L.) com base na análise foliar**. Aracaju: EMBRAPA-CNPCo, 1987. 23 p. (EMBRAPA-CNPCo. Documentos, 7).

SOBRAL, L. F.; VIÉGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETO, M. C. V.; GOMES, J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251 p.

SOUTHERN, P. J. Sulphur deficiency in coconuts. **Oléagineux**, v. 24, n. 4, p. 211-220, 1969.

UEXKULL, H. R. von. Response of coconuts to potassium chloride in the Philippines. **Oléagineux**, v. 2, n. 1, p. 13-19, 1972.

Capítulo 5

Irrigação

Luis Carlos Nogueira

Fábio Rodrigues de Miranda

Julio Roberto Araujo de Amorim

Ronaldo Souza Resende

Valdemício Ferreira de Sousa

Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) requer uma precipitação pluvial anual em torno de 1.500 mm, uniformemente distribuída. Longos períodos de seca são prejudiciais à planta, que se desenvolve melhor em solos profundos de textura média com boas condições de drenagem. As variedades de coqueiro-anão são mais suscetíveis à seca do que as variedades de coqueiro-gigante (Carr, 2011) e, geralmente, o coqueiro-gigante tolera um período de seca de até 3 meses, e o coqueiro híbrido, de até 2 meses. Em condições de estresse hídrico, o crescimento do coqueiro é retardado e a produtividade é reduzida (Mahindapala; Pinto, 1991), principalmente quando o déficit hídrico for superior a 300 mm por ano (Ohler, 1999).

A variabilidade da precipitação pluvial e o uso de recursos inadequados de irrigação e de manejo de água são uma das principais causas da baixa produtividade do coqueiro, mesmo nos locais onde é tradicionalmente cultivado (Yusuf; Varadan, 1993).

Em geral, podem ser identificadas duas situações típicas de exploração de coqueiro da variedade gigante: aquela em que as

áreas de plantio se encontram sob a influência do lençol freático, e aquela em que o suprimento de água depende exclusivamente da precipitação pluvial. No primeiro caso, a intensidade dos efeitos do estresse hídrico sobre a cultura depende não só da duração do período seco como também, e principalmente, da profundidade do lençol freático durante a estação seca, o qual, durante esse período, tende a se aprofundar, ficando, com frequência, fora do alcance do sistema radicular. Nessas condições de exploração, o suprimento de água fica prejudicado, com sérios reflexos sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo do coqueiro (Cintra et al., 1992), visto que se trata de uma planta que produz durante todo o ano.

O coqueiro-gigante pode sobreviver a períodos longos de estresse hídrico, entretanto, nessas condições, sua produtividade é severamente afetada. Os primeiros sintomas de estresse são manifestados pela queda prematura de frutos e pela abscisão das folhas mais velhas, visto que retarda a emissão de folhas novas e acelera a senescência. Qualquer adição de água, nessas condições, será refletida diretamente na melhoria da aparência e da produtividade da planta (Ohler, 1984).

Quando o coqueiro sofre um déficit hídrico severo, pode demorar 1 ou 2 anos para a sua recuperação completa, mesmo depois de cessado o estresse (Nair, 1989; Ohler, 1999). Se o estresse ocorrer num período de 15 a 16 meses antes da abertura da espata, pode provocar abortamento de flores femininas, mesmo se a abertura ocorrer no

período chuvoso (Yusuf; Varadan, 1993; Ohler, 1999). Segundo Ohler (1999), se o estípe desenvolver um estreitamento (gargalo), o potencial de produção da planta pode ser afetado e não ser restaurado ao seu nível original. Em contrapartida, plantas de coqueiro que são supridas adequadamente com irrigação têm a produção de flores femininas aumentada e a queda prematura de frutos reduzida (Carr, 2011).

Melhoria considerável em produtividade de coqueiro cultivado em condições de sequeiro tem sido relatada quando são adotadas práticas de aumento da eficiência de uso da água, tais como: controle de escoamento superficial, aumento da infiltração, conservação da umidade do solo, etc. (Jayasekara; Jayasekara, 1993).

Diversos autores estudaram o efeito do déficit hídrico no solo sobre o desenvolvimento do coqueiro-gigante-do-brasil. Silva Júnior (1994) avaliou os efeitos da seca sobre características fisiológicas em plantas que foram irrigadas moderadamente durante os primeiros anos de vida, em comparação com plantas que nunca foram irrigadas, cultivadas em solo arenoso. Em seu estudo, observou que plantas irrigadas na fase jovem apresentam mecanismos fisiológicos mais eficazes para tolerar a desidratação e manter um bom crescimento. Fontes e Leal (1994) avaliaram o efeito da irrigação (6 L m⁻² a 7 L m⁻² de água) sobre a germinação da semente e constataram que a irrigação proporciona maior índice de plantas germinadas e aumento da velocidade de germinação. Passos (1989), estudando o efeito da irrigação na formação de

mudas, afirmou que as mudas que foram irrigadas apresentaram vigor vegetativo superior, principalmente quanto à circunferência do coleto.

Como a disponibilidade de água é um dos requisitos mais importantes do coqueiro para a produção de frutos, a irrigação em áreas secas ou em regiões com uma estação seca é essencial para obter o aumento da produtividade (Ohler, 1999). Assim, o uso da irrigação é indispensável à exploração comercial da cultura do coqueiro no Brasil, considerando-se principalmente a questão da irregularidade das chuvas.

Além de favorecer o desenvolvimento da planta, a irrigação contribui para a precocidade de floração do coqueiro (Premiers..., 1976). Nas condições climáticas da região litorânea do Ceará, Miranda et al. (1999) observaram que plantas da variedade de coqueiro-anão-verde adequadamente fertirrigadas iniciaram o florescimento aos 22 meses após o plantio das mudas no campo e que a colheita de frutos foi iniciada aos 28 meses de idade.

Na cultura do coqueiro, o suprimento adequado de água durante todo o ano é um dos requisitos mais importantes para promover o aumento de produtividade e a constância de produção, particularmente em solos com um lençol freático que não pode ser alcançado pelo sistema radicular. Em regiões com condições climáticas favoráveis para o cultivo, como o Nordeste do Brasil, são registradas produtividades acima de 200 frutos por planta por ano em plantios irrigados de coqueiro-anão-verde.

Cintra et al. (2009) constataram, em cultivo de coqueiro-anão-verde com cerca de 5 anos de idade, irrigado com sistema de microaspersão com 50 L d⁻¹, 100 L d⁻¹ e 150 L d⁻¹, em Argissolo Amarelo coeso dos Tabuleiros Costeiros, que a irrigação com 150 L d⁻¹ resultou em maior número de frutos por planta (122,41 frutos) em relação ao tratamento com 50 L d⁻¹ (97,42 frutos). O maior volume de água de coco por fruto (472,71 mL) também foi observado quando irrigado com 150 L d⁻¹, quando comparado à irrigação com 50 L d⁻¹ (434,06 mL).

Miranda et al. (2008) verificaram que, na região costeira do Ceará, plantas de coqueiro-anão-verde adequadamente fertirrigadas produziram acima de 200 frutos por planta, já no 4º ano após o plantio, e alcançaram uma produtividade máxima de 261 frutos por planta no 5º ano após o plantio. Entre o 4º e o 10º ano de idade, a produtividade média obtida foi de 218 frutos por planta por ano. No mesmo estudo, os autores observaram que o intervalo médio entre as emissões de inflorescências foi de 20 dias, variando de 18 a 22 dias, nos meses de novembro e maio, respectivamente. Mesmo mantendo o solo com condições ótimas de umidade durante todo o ano, houve uma variação da produção mensal de frutos (15 a 20 frutos por planta por mês), com picos nos períodos de janeiro a fevereiro e julho a agosto (Figura 1).

Na região da Zona da Mata de Minas Gerais, Camboim Neto (2002) constatou uma produção média de 200 frutos por planta por ano em um cultivo de coqueiro-anão-verde irrigado, com 4 anos de idade. As plantas

irrigadas emitiram, em média, 14 inflorescências por ano (uma a cada 25 dias). Já as plantas que não receberam irrigação emitiram uma inflorescência a cada 36 dias e apresentaram uma alta porcentagem de queda de flores femininas e frutos (86%).

Em um cultivo irrigado de uma plantação industrial no Benin (África), em solo arenoso, Costa (1985) registrou uma produção de 120 frutos por planta por ano. Para esse autor, a prática da irrigação no coqueiro torna-se economicamente viável em 5 anos de cultivo.

Convém lembrar que não é suficiente a aplicação da mais alta tecnologia de irrigação, mesmo que seja feita de forma excelente, para que se obtenham os rendimentos potenciais de uma cultura. Outras tecnologias devem ser empregadas, de forma coadjuvante e complementar, como: manejo adequado do solo, controle eficiente de pragas, doenças e plantas daninhas e correta nutrição de plantas, considerando-se sempre a necessária proteção ao meio ambiente. Dessa forma, é importante considerar uma perspectiva mais sistêmica de forma a praticar o manejo da agricultura irrigada, e não somente o manejo da irrigação, garantindo o necessário retorno aos investimentos e a sustentabilidade ambiental dos agroecossistemas.

Este capítulo reúne parte das informações disponíveis sobre a irrigação na cultura do coqueiro e discute aspectos relacionados aos sistemas de irrigação mais utilizados e ao manejo da água de irrigação com o

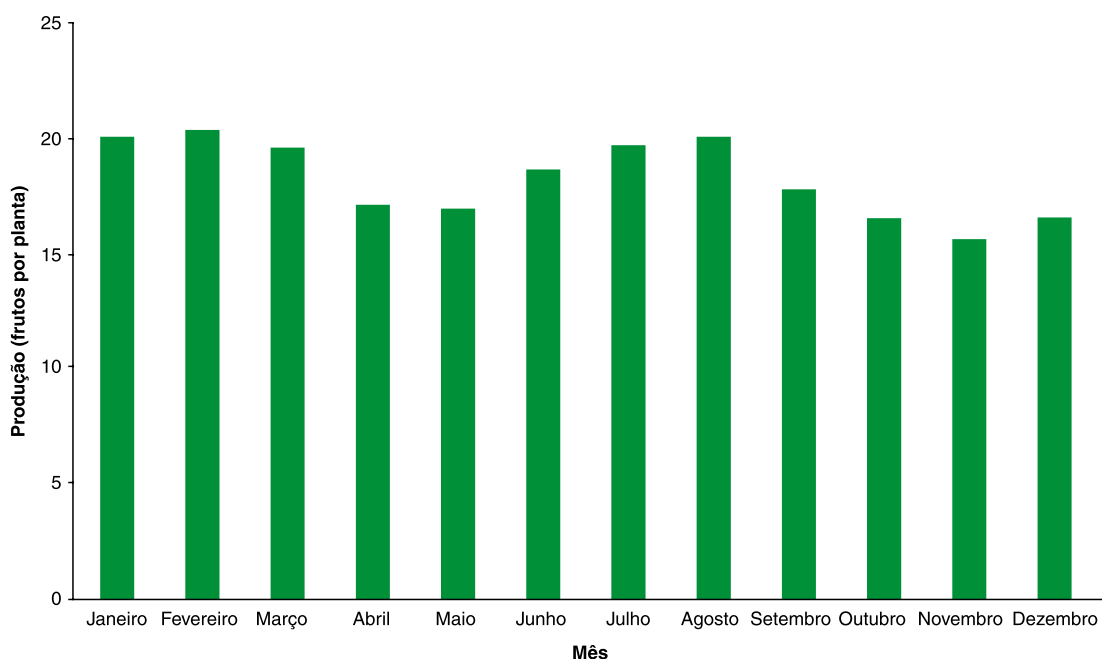


Figura 1. Produção mensal de frutos de coqueiro-anão-verde irrigado na região litorânea do Ceará. Paraipaba, CE, 1999 a 2005.

Fonte: Miranda et al. (2008).

objetivo de orientar os interessados em implantar um coqueiral irrigado.

Questões básicas da agricultura irrigada

Quando se planeja implantar uma cultura irrigada, é necessário inicialmente refletir sobre três questões básicas: como, quando e quanto irrigar.

A decisão de como irrigar implica, basicamente, a escolha do sistema de irrigação. Devem ser considerados os recursos financeiros disponíveis e as condições edafoclimáticas e ecológicas, pois o coqueiral pode ser irrigado de diversas maneiras, dependendo das condições locais e dos recursos disponíveis para esse fim.

A obtenção de dados de estações meteorológicas próximas ao local onde se pretende instalar a cultura irrigada é de extrema importância para o dimensionamento dos sistemas e para a condução da irrigação ao longo do ano. Séries de dados climáticos de 30 anos ou as disponíveis superiores a 10 anos e dados físico-hídricos do solo – como curva de retenção de umidade, densidade global e condutividade hidráulica – norteiam o dimensionamento de sistemas e permitem uma boa previsão da frequência de irrigação e da lâmina de água a ser aplicada.

A situação ideal para o manejo da irrigação é aquela em que se podem monitorar os parâmetros fisiológicos da planta, além dos de solo e de clima. Contudo, com um acompanhamento frequente das condições

climáticas, especialmente quanto à evaporação e às precipitações pluviais, além do monitoramento da umidade do solo, podem-se efetuar os ajustes necessários à irrigação nas diversas fases da cultura, conforme as variações de exigências da planta ao longo do ano.

Métodos e sistemas de irrigação

A cultura do coqueiro se adapta bem a diversos métodos de irrigação, quais sejam: por subsuperfície, por superfície e por sistema pressurizado (aspersão e irrigação localizada).

Os principais métodos e sistemas de irrigação disponíveis são apresentados na

Tabela 1. Em virtude da preocupação mundial com a questão do gerenciamento, conservação e economia dos recursos hídricos, tem sido recomendado, para a grande maioria das culturas, o uso de sistemas de irrigação localizada, tanto em novas áreas quanto em substituição aos sistemas de irrigação por superfície e por aspersão, por serem mais eficientes na aplicação de água e de fertilizantes (fertirrigação) nas mais diversas condições ambientais.

Atualmente, vem sendo utilizada a tecnologia da irrigação por gotejamento subsuperficial (IGS), na qual são utilizados todos os recursos da irrigação localizada, para aumentar a eficiência de uso da água e nutrientes. Nesse sistema, as laterais de

Tabela 1. Principais métodos e sistemas de irrigação disponíveis.

Método	Sistema		
Por superfície	Inundação parcial da área cultivada	Inundação total da área cultivada	Tabuleiros
			Inundação permanente ⁽¹⁾
			Faixas
			Inundação temporária
Por subsuperfície	Controle do lençol freático	Bacias	Inundação temporária
		Sulcos e corrugação	Inundação temporária
Pressurizada	Aspersão	Convencional	Fixa, semifixa e móvel
			Longitudinal (reboque)
		Lateral móvel	Transversal (rolão) ⁽¹⁾
			Radial (pivô central) ⁽¹⁾
	Localizada	Aspersor móvel	Autopropelido
			Montagem direta
		Microaspersão	Microaspersores e difusores
		Gotejamento	Superficial e enterrado

⁽¹⁾ Não se adaptam ao uso na cultura do coqueiro.

Fonte: Nogueira et al. (1997b).

irrigação ficam enterradas à profundidade de 0,30 m a 0,45 m (Nogueira et al., 1997a).

Irrigação localizada ou microirrigação

Pelos sistemas de irrigação localizada – gotejamento e microaspersão –, a água é aplicada no local de maior concentração das raízes, proporcionando economia de água e energia. Conhecidos como sistemas de alta frequência, os sistemas de microirrigação são caracterizados por aplicarem pequenas quantidades de água por longos períodos, com turnos de rega muito pequenos, geralmente diários.

Um esquema típico de um sistema de irrigação localizada, com seus diversos componentes, é apresentado na Figura 2.

De acordo com Lopes et al. (1992), emissores são os dispositivos que controlam a saída de água das linhas laterais para o solo,

em sistemas de irrigação localizada. Os principais tipos de emissores são os microaspersores, cuja vazão atinge até 200 L h^{-1} (geralmente são utilizados os de vazão de 20 L h^{-1} a 120 L h^{-1}), e os gotejadores, com vazões normalmente inferiores a 16 L h^{-1} . Os microaspersores podem ser de dois tipos: os microaspersores propriamente ditos, que se caracterizam por possuírem um dispositivo com movimento de rotação, e os difusores, que não apresentam partes móveis.

Um bom emissor deve apresentar as seguintes características: vazão uniforme e constante; pouca sensibilidade a variações de pressão e às obstruções; elevada uniformidade de fabricação; resistência à agressividade química e ambiental; resistência às operações agrícolas; baixo custo; estabilidade da relação vazão-pressão ao longo do tempo; pouca sensibilidade às mudanças de temperatura; reduzida perda de carga

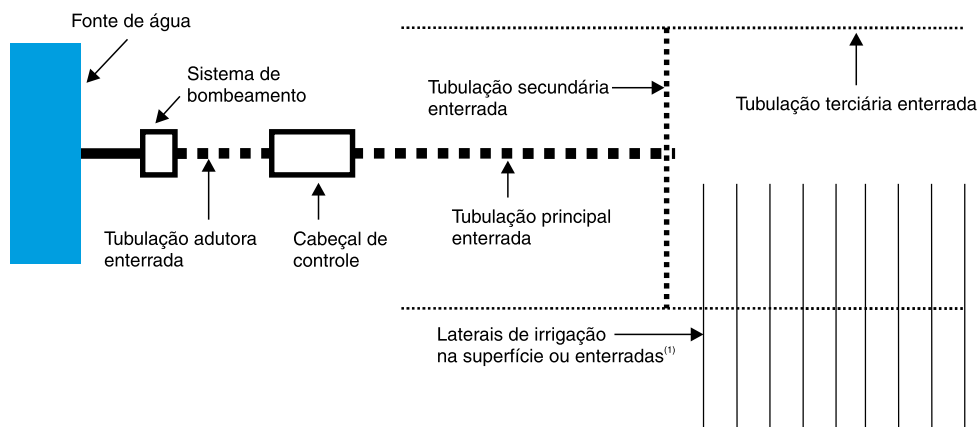


Figura 2. Esquema típico de um sistema de irrigação localizada.

⁽¹⁾ Sistema de irrigação por gotejamento enterrado

Fonte: Nogueira et al. (1997b).

nas conexões; e resistência a ataque de insetos ou roedores (Lopes et al., 1992).

Decidir entre o sistema de irrigação por gotejamento e o por microaspersão requer que sejam considerados diversos fatores, principalmente o tipo de solo em que será implantada a cultura e a quantidade e qualidade da água disponível para a irrigação.

Se a água for escassa e de má qualidade, sobretudo quanto à salinidade, e se o solo for de textura média à argilosa, deve-se preferir o gotejamento; pois esse sistema proporciona melhores condições de manter continuamente umedecido um determinado volume do solo, tanto espacial quanto temporalmente, reduzindo os efeitos da salinidade sobre o solo e a cultura.

No caso de solos arenosos, a microaspersão é mais recomendada por causa da dinâmica da água no perfil do solo. Nesses solos, a água penetra e se move com maior velocidade, necessitando-se de uma área de umedecimento mais ampla, a fim de proporcionar melhor distribuição das raízes, sendo mais prático o uso de um único microaspersor em vez de vários gotejadores.

Na irrigação por gotejamento, a água é aplicada por ponto de emissão ou por metro linear de mangueira gotejadora. O solo funciona como o meio de propagação da água e suas características físicas são importantes para a definição do espaçamento entre os emissores. Alguns gotejadores possuem vários pontos de emissão, denominados “multissaídas”.

Filtragem da água de irrigação

Os sistemas de irrigação localizada são projetados para aplicar a água lentamente e com alta frequência através de pequenos orifícios (0,3 mm a 1,4 mm) emissores de água, que podem ser obstruídos ou entupidos por sedimentos, substâncias químicas e organismos biológicos, contidos frequentemente nas águas de irrigação, bem como por intrusão de raízes ou radículas no interior de gotejadores, especificamente em sistema de gotejamento subsuperficial ou enterrado.

Desse modo, para um bom funcionamento dos sistemas de irrigação localizada, o sistema de filtração da água é de fundamental importância. Já que obstruções por partículas orgânicas e inorgânicas, por precipitados e/ou por proliferação de bactérias podem comprometer o funcionamento dos emissores e, portanto, a eficiência do sistema de irrigação. Logo, o monitoramento do sistema de filtragem deve ser constante, a fim de eliminar obstruções detectadas e prevenir obstruções potenciais ou lentas.

Os sistemas de filtragem podem ser compostos por: a) pré-filtros, destacando-se os decantadores, que são instalados na tomada de água antes do cabeçal de controle (Almeida, 2009), e os separadores centrífugos ou hidrociclones, normalmente instalados dentro do cabeçal de controle (Soccol, 2003); b) filtros, que podem ser de areia (cascalho fino), tela (malha) e discos, entre outros, os quais devem ser utilizados de acordo com a qualidade da água de que se dispõe para irrigação.

A lavagem dos elementos dos filtros pode ser feita manualmente (Figura 3), mas é recomendável que seja feita de maneira mais automática possível. Os dispositivos de automação disponíveis, atualmente, permitem o controle automático total da lavagem de filtros, chamada de retrolavagem automática. Esse controle pode ser realizado tanto por tempo, a intervalos pré-determinados, quanto por pressão, definindo limites de diferença de pressão entre a entrada e a saída de água do filtro. Em ambos os casos, o controle é feito normalmente por dispositivos eletroeletrônicos e hidráulicos para comandar a abertura e o fechamento das válvulas de retrolavagem automaticamente.

Foto: Luis Carlos Nogueira



Figura 3. Lavagem manual dos elementos filtrantes de um sistema de filtragem de água de irrigação localizada.

Existem ainda os chamados filtros automáticos que dispensam controles externos. Nesses modelos, todos os dispositivos necessários para a retrolavagem compõem a própria unidade do filtro (Figura 4).

Automação de sistemas de irrigação

Os dispositivos de automação atualmente disponíveis permitem a operação de todos



Foto: Julio Roberto Araujo de Amorim

Figura 4. Bateria de filtros de disco com dispositivo de limpeza automatizada.

os elementos do sistema sem a intervenção direta do ser humano. Graças a programas pré-definidos, a irrigação é iniciada e encerrada diariamente ou conforme o turno de rega necessário. As tarefas de ligar e desligar as unidades de bombeamento, abrir e fechar válvulas de setores, além de aplicar fertilizantes podem ser feitas por esses dispositivos.

Conforme Lopes et al. (1992), para eleger o grau de automação em cada situação, é necessário que sejam considerados os critérios técnico-econômicos e a preferência do produtor, além da formação do pessoal que manejará o sistema e da possibilidade de bom serviço de conserto e de peças de reposição.

Normalmente, a automação dos sistemas de irrigação pode ser feita por tempo e por volume, tanto de forma pré-definida como variável, de acordo com as condições de solo, planta e clima captadas por sensores especiais e enviadas, na forma de pulso elétrico, a computadores que auxiliam no monitoramento da irrigação. Entretanto, a situação mais comum em áreas comerciais

é aquela em que o controle é feito com base apenas em parâmetros do solo.

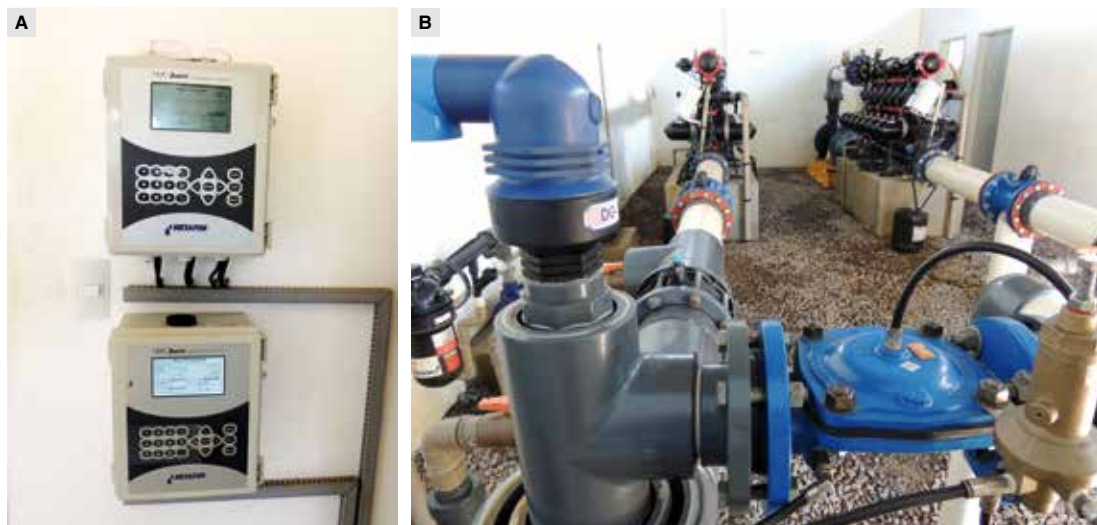
O controle dos elementos do sistema de irrigação normalmente é feito por dispositivos hidráulicos (acionados pela pressão da água), eletroeletrônicos (acionados por corrente elétrica convencional ou pulsos elétricos, oriundos de baterias, células solares, etc.) e mistos (Figura 5).

Os diferentes graus de automação em sistemas de irrigação localizada, segundo Lopes et al. (1992), são apresentados na Tabela 2.

Custos de implantação de sistemas de irrigação localizada

Os custos de implantação de sistemas de irrigação localizada podem variar normalmente de US\$ 1.500,00 a US\$ 2.500,00 por hectare. Essa variação depende, basicamente, dos seguintes fatores:

- Tamanho e relevo da área a irrigar.
- Espaçamento da cultura.
- Qualidade e quantidade da água disponível.
- Localização da fonte de água (desnível e distância em relação à área a irrigar).
- Tipo de solo e de clima.
- Fonte de energia disponível.
- Número possível de horas diárias de funcionamento do sistema.
- Grau de automação pretendido.
- Tipo de dispositivos para fertirrigação.
- Qualidade dos equipamentos e materiais.
- Idoneidade e experiência da empresa que dimensiona e instala o sistema.
- Frete.



Fotos: Julio Roberto Araujo de Amorim

Figura 5. Dispositivos eletroeletrônicos (A) e hidráulicos (B) para controle automático de sistemas de irrigação.

Tabela 2. Níveis de automação de sistemas de irrigação localizada.

Nível de automação	Parâmetro de controle	Modo de operação	Começo da irrigação	Sequência de operação	Mudança da sequência de operação	Mudança da dose de água	Partida e parada de bombas	Tipo de fertilizador
Zero	Tempo ou volume	Manual	Abertura manual	Qualquer	Sem limitação	Alteração do tempo de aplicação	Partida manual e parada automática possível	Qualquer um
Um (parcial)	Volume	Hidráulico	Abertura manual	Qualquer	Sem limitação	Ajuste de volume na válvula	Partida manual e parada automática possível	Qualquer um
Um (sequencial)	Volume	Hidráulico	Abertura manual	Fixa	Mudança das conexões hidráulicas	Ajuste de volume na válvula	Partida manual e parada automática	Injetores
Dois	Tempo	Elétrico ou eletrônico	Programação horária	Qualquer	Sem limitação	Ajuste do tempo de aplicação	Ambas automáticas	Injetores
Três (total)	Tempo, volume e outros	Computadorizado	Programação horária ou com sensores	Qualquer	Sem limitação	Ajuste de tempo, de volume ou por sensores	Ambas automáticas	Injetores

Fonte: Adaptado de Lopes et al. (1992).

Atualmente, no Brasil, existem diversas empresas que dimensionam e instalam sistemas de irrigação localizada. Normalmente, essas empresas trabalham com tubulação de PVC e de polietileno de fabricação nacional e com componentes do sistema importados, como: emissores, filtros, injetores de fertilizantes, controladores de irrigação e válvulas hidráulicas.

Em alguns casos, certas empresas podem optar por substituir ou excluir alguns itens que tornariam o sistema de irrigação mais versátil e mais automático, a fim de reduzir o custo total do sistema. É comum encontrar instalações com parte do sistema de filtragem com retrolavagem automática e parte dependente de lavagem manual. Isso pode ocorrer inclusive a pedido do próprio produtor, por conta de insuficiência de recursos no momento da compra. Em qualquer caso, é bom lembrar que adaptações e melhorias futuras são possíveis; mas devem estar previstas de forma modular, de comum acordo entre o produtor e a empresa, para evitar elevação irreal dos custos.

Custos de operação e de manutenção

Os custos de operação e de manutenção dos sistemas de irrigação localizada dependem, principalmente, dos seguintes fatores:

- Demanda hídrica da cultura e manejo da irrigação.
- Qualidade do dimensionamento do sistema.

- Qualidade dos materiais e dos equipamentos que compõem o sistema.
- Distância e presteza da assistência técnica e dos fornecedores de peças de reposição.
- Fonte de energia disponível (eletricidade e óleo diesel).
- Treinamento e interesse do pessoal envolvido na condução da cultura.

Os custos de operação em sistemas de irrigação localizada são bastante reduzidos em relação a sistemas convencionais, especialmente pela menor necessidade de mão de obra. Tais custos estão, sobretudo, ligados ao grau de automação do sistema. Quanto maior for o grau de automação, menores serão os custos com mão de obra para a operação.

Há casos em que, para diminuir os custos de operação com energia elétrica ou óleo diesel, o produtor reduz o tempo de irrigação diária, sem se aperceber que a redução poderá provocar estresse hídrico na planta e, conseqüentemente, redução da produção. A diminuição do tempo de irrigação deve considerar as exigências hídricas da cultura.

No caso de bombeamento a diesel, o ato de diminuir a aceleração do motor para economizar o combustível não é recomendável. Essa atitude provoca uma baixa geral de pressão no sistema, prejudicando a uniformidade de distribuição de água, tanto no campo como um todo quanto no padrão de distribuição de cada emissor,

mesmo que seja autocompensante; pois a nova pressão pode estar abaixo da sua faixa de autocompensação. Em vez de aplicar a água em toda a área circular em torno de si, os microaspersores passam a irrigar apenas na periferia do círculo. E tanto os microaspersores quanto os gotejadores passam a aplicar vazões desuniformes, de modo a não suprir a planta com a quantidade de água necessária, por serem as vazões muito pequenas. Ao contrário, em situações em que ocorre a aceleração da rotação do motor, pode haver lixiviação dos nutrientes aplicados em operações anteriores, pelo fato de as vazões serem muito grandes.

É também comum a aplicação de um tempo de irrigação muito superior ao adequado para suprir as necessidades da cultura, normalmente por receio de provocar estresse hídrico nas plantas. Muitas vezes, costuma-se usar em plantas jovens o tempo de irrigação dimensionado para plantas adultas. Nesse caso, além do aumento desnecessário do custo relativo ao maior consumo de água e energia, os nutrientes são carregados a profundidades ainda inexploradas pelo sistema radicular, independentemente de a aplicação dos fertilizantes ter sido feita diretamente no solo ou via água de irrigação, representando prejuízos diretos e indiretos. Além disso, dependendo do tipo de solo, a condição de saturação pode permanecer por muito tempo, prejudicando os mecanismos de trocas gasosas das raízes, podendo interferir também nos aspectos fitossanitários.

No Brasil, a rede de assistência técnica e de fornecedores de peças para sistemas de irri-

gação ainda não está suficientemente bem distribuída, o que pode causar aumento dos custos e do tempo para a solução de problemas em regiões distantes dos polos de irrigação.

Aos produtores interessados em irrigar seus coqueirais, é recomendada a contratação de empresas idôneas, experientes em irrigação, não apenas para o dimensionamento e a implantação do sistema, mas também para a prestação de assistência técnica em operação, manutenção e manejo. Os produtores devem solicitar propostas de, no mínimo, três empresas, e discutir com cada uma os detalhes julgados falhos ou inadequados. Isso aumenta o poder de barganha, que lhes permitirá ainda a escolha da melhor proposta, com as devidas alterações.

Principais problemas de operação e manutenção

Quanto à qualidade do dimensionamento dos materiais e de sua montagem:

- Rompimento de mangueiras, tubos e conexões.
- Vazamentos em conexões e anéis de vedação.
- Entupimento de emissores.
- Limpeza deficiente dos filtros.
- Baixa pressão nas extremidades.

Quanto aos tratos culturais:

- Corte de mangueiras.

- Quebra de emissores.
- Mudança de local de operação dos emissores, principalmente gotejadores.

Outros problemas mais frequentes:

- Negligência com a manutenção de bombas e motores.
- Qualidade do combustível e do sistema elétrico.
- Vandalismo.

É importante atentar quanto à qualidade dos produtos, a fim de evitar constantes reposições de peças, o que em algumas situações poderá acarretar descontinuidade da irrigação, com consequentes períodos de estresse hídrico na cultura e desuniformidade de produção.

O entupimento ou obstrução dos emissores na malha hidráulica é apontado como um dos mais difíceis problemas encontrados na operação de sistemas de irrigação localizada (Vermeiren; Jobling, 1986; Amorim et al., 2008; Almeida, 2009), constituindo-se num grande desafio para a operação e a manutenção de um sistema de irrigação por gotejamento, por promover a diminuição da uniformidade de distribuição de água às plantas, causando queda de produtividade e, consequentemente, diminuição dos lucros auferidos pelo produtor irrigante.

A eventual intrusão ou penetração de raízes no interior do gotejador constitui-se em fonte adicional de entupimento, caracterizado como de natureza física e diretamente relacionado a sistemas de gotejamento

subsuperficial. Para prevenir os problemas de obstrução de emissores, provocados por intrusão de radículas, partículas minerais do solo ou qualquer outro material orgânico que se deposite em seus orifícios, pois os emissores estão em contato permanente com o solo, recomenda-se evitar aplicar volumes de água insuficientes e operar o sistema à baixa pressão (menos de 55 kPa). Essa intrusão também pode ser contornada aplicando-se 0,13 mL do ingrediente ativo do herbicida Trifluralina por emissor ou gotejador, duas a três vezes por ano, em solos argilosos, e três a quatro vezes, em solos arenosos (Amorim et al., 2015a).

A quebra de emissores, o corte de mangueiras e outros danos ao sistema são comuns durante a realização de tratamentos culturais. Portanto, a orientação sobre os cuidados com o sistema, dada ao pessoal que realizará os tratamentos culturais, tanto mecânica quanto manualmente, constitui um fator de suma importância para a redução dos custos de manutenção do equipamento de irrigação.

Outro fato também prejudicial é a mudança de local de operação dos emissores, principalmente dos gotejadores, porque altera a disponibilidade de água no volume de solo já explorado pelo sistema radicular, obrigando a planta a se ajustar fisiologicamente ao novo volume de solo umedecido. O problema ainda pode se agravar se forem considerados os efeitos osmóticos dos fertilizantes aplicados e da salinidade, se houver tendência ao acúmulo de sais no solo, ao redor dos bulbos úmidos.

Número e posição de operação dos emissores

Um dos fatores mais importantes a considerar no projeto de sistemas de irrigação localizada é a proporção da superfície ou do volume de solo que deve ser umedecido pela irrigação, em relação ao total ocupado pelas raízes (Vermeiren; Jobling, 1986). No caso de culturas de espaçamento amplo como o coqueiro, recomenda-se que os emissores sejam capazes de umedecer de 20% a 60% da superfície ou do volume de solo da zona radicular. Por exemplo, em um cultivo de coqueiro-anão plantado no espaçamento de 7,5 m x 7,5 m x 7,5 m, em triângulo (área de 48,8 m² por planta), os emissores devem umedecer de 10 m² a 30 m² da superfície do solo por planta. Considerando-se o uso de um só microaspersor por planta, o diâmetro molhado deverá variar entre 2 m e 6 m, em função da idade da planta.

Camboim Neto (2002) observou que a porcentagem de área molhada afetou significativamente a produção de frutos em plantas de coqueiro-anão-verde com 4 anos de idade, irrigadas por microaspersão. O número de frutos produzidos por planta aumentou de 146 frutos por planta por ano, quando a irrigação molhava 20% da superfície do solo, para 169 frutos por planta por ano com 40% de superfície molhada e 200 frutos por planta por ano com 60% de área molhada. Nesse estudo, foram utilizados microaspersores com raios de alcance de 1,8 m, 2,5 m e 3,0 m, que proporcionaram porcentagens de área molhada de 20%, 40% e 60%, respectivamente.

Quando se utiliza a microaspersão na irrigação do coqueiro, é mais comum e economicamente viável o uso de apenas um microaspersor por planta. Em geral, os microaspersores do tipo rotativo proporcionam um maior diâmetro irrigado em relação aos microaspersores do tipo fixo ou difusores.

Na irrigação por microaspersão, sob alta frequência de aplicação, as perdas de água por evaporação na superfície do solo são altas. Por isso, deve-se ajustar a área molhada dos microaspersores de acordo com o tamanho das plantas e o desenvolvimento do seu sistema radicular (Figura 6), objetivando o aumento da eficiência de uso da água na irrigação. Na fase jovem, o uso de um microaspersor com diâmetro molhado ajustado ao tamanho do sistema radicular da cultura permite uma economia de água de até 80% (Miranda; Gomes, 2006).

Além da economia de água e energia, esse ajuste do diâmetro molhado dos microaspersores proporciona a redução da incidência de plantas daninhas e melhor aproveitamento dos fertilizantes aplicados via água de irrigação. A redução do diâmetro molhado dos microaspersores pode ser feita alterando-se a posição de algumas partes do emissor, ou invertendo-se todo o emissor, ou ainda substituindo-se o dispositivo de dispersão da água, conforme o modelo. Outra opção, apesar de menos eficiente, é reduzir a altura do emissor em relação ao solo.

Quanto à posição de operação dos emissores em relação às plantas, os microasper-

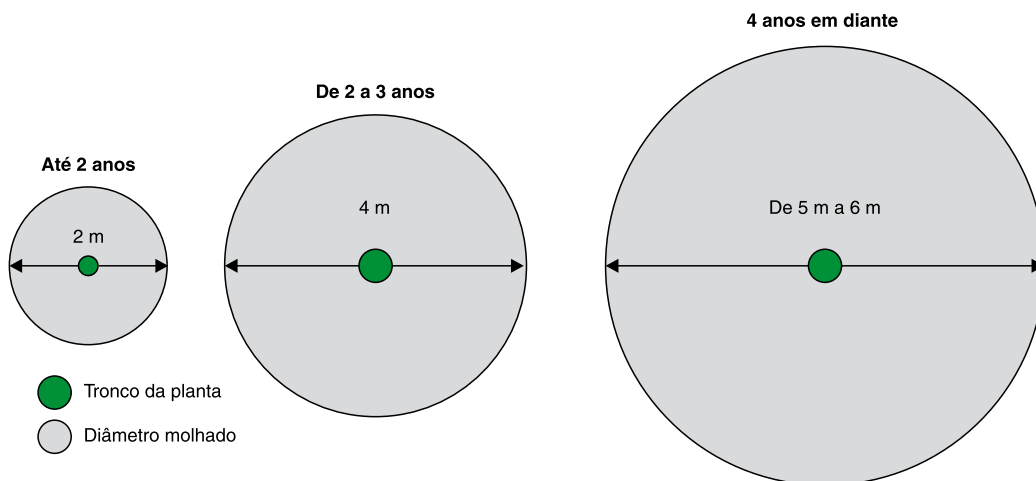


Figura 6. Recomendação de diâmetro molhado na irrigação por microaspersão em função da idade do coqueiro-anão.

Fonte: Adaptado de Miranda e Gomes (2006).

sores devem operar afastados do estipe do coqueiro a distâncias de 0,3 m, para plantas com até um 1 de idade, e variando entre 0,6 m e 1,0 m, para as adultas. De preferência, devem ser posicionados do lado de origem dos ventos predominantes, no qual deve ser instalada a mangueira da lateral de irrigação.

Outro aspecto importante é a verticalidade com que a haste (ou estaca) do microaspersor é fixada ao solo. A posição correta é a vertical, a não ser que haja uma indicação do fabricante para outra posição, em algum modelo específico. Essa posição confere, a cada emissor, melhor uniformidade de distribuição de água.

No caso dos gotejadores, a sua vazão, o tipo de solo e o tempo de aplicação irão determinar a abrangência do bulbo úmido produzido e, com isso, o número de emissores por planta, a distância entre os emissores na

lateral de irrigação e a distância entre eles e a planta. Na prática, em culturas recém-implantadas, podem-se posicionar as laterais de gotejamento a distâncias que variam de 0,5 m até 1,0 m do tronco, em plantas adultas. No caso de culturas de grande porte, como é o caso do coqueiro, recomenda-se utilizar o “anel auxiliar” ou “rabo de porco” – pedaço de mangueira com gotejadores, conectada à tubulação da linha lateral, que permite fechar o círculo ao redor do tronco –, nas mesmas posições acima citadas. Na Figura 7, é apresentado um esquema de instalação de gotejadores em que utiliza o “rabo de porco” para plantas adultas de coqueiro.

Os gotejadores podem ser adquiridos separadamente, para serem inseridos na tubulação de polietileno no espaçamento desejado, ou já previamente instalados pelo fabricante em distâncias pré-estabelecidas, por exemplo, a cada 1,0 m, 0,8 m ou

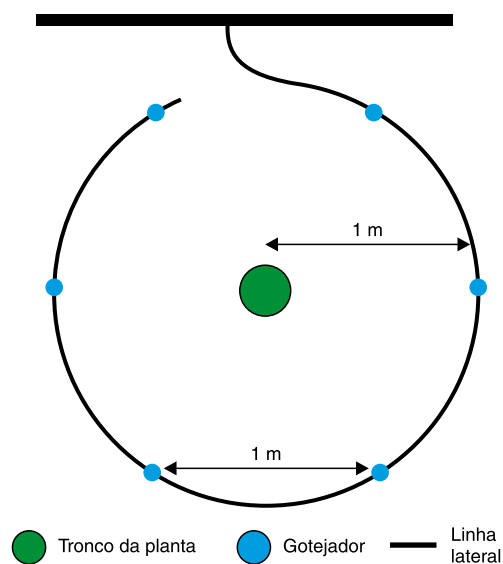


Figura 7. Exemplo de instalação dos gotejadores em forma de “anel auxiliar” ou “rabo de porco” para plantas adultas de coqueiro.

Fonte: Adaptado de Nogueira et al. (1997b).

0,6 m. Isso permite atender às mais diversas situações de campo.

Existem casos em que são utilizadas duas laterais de gotejamento por fileira de planta, ou uma só, com ou sem o “rabo de porco” mencionado. Essa decisão deve ser tomada de preferência com o conhecimento prévio do tipo de solo do local e, se possível, com a realização de um teste preliminar de formação de bulbo molhado, utilizando-se o tipo de gotejador escolhido.

Necessidade de água da cultura

A necessidade de água do coqueiro depende de vários fatores, tais como: variedade, idade da planta (altura e área foliar), clima local (radiação solar, temperatura, umidade

relativa do ar e velocidade do vento), tipo de solo, método de irrigação utilizado, frequência das irrigações, fração da superfície do solo irrigada e estado nutricional da planta.

Um coqueiro adulto com 35 folhas (150 m^2 de área foliar), da variedade gigante, transpira de 30 L dia^{-1} a 120 L dia^{-1} de água, dependendo da demanda evaporativa da atmosfera e do teor de umidade do solo (Jayasekara; Jayasekara, 1993).

Segundo Yusuf e Varadan (1993), em Calicut (Índia), a evapotranspiração da cultura (ET_c) para coqueiros da variedade gigante, com 5 anos de idade, variou de $2,3 \text{ mm dia}^{-1}$ a $5,5 \text{ mm dia}^{-1}$. Já em Coimbatore (Índia), a necessidade de água do coqueiro-gigante variou de 55 L por planta por dia, no inverno, a 115 L por planta por dia, no verão.

Estudos realizados nas condições agroclimáticas de Kerala (Índia), por Jayakumar et al. (1988), indicaram que o consumo de água de coqueiros da variedade gigante com 6 anos de idade variou de $2,7 \text{ mm dia}^{-1}$ até $4,1 \text{ mm dia}^{-1}$ (132 L por planta por dia a 200 L por planta por dia), com média de $3,3 \text{ mm dia}^{-1}$ (162 L por planta por dia). Foram observados valores de coeficientes de cultura ($K_c = ET_c / ET_o$) de 0,54, 0,65 e 0,73 para valores de evapotranspiração de referência (ET_o) calculados, respectivamente, pelos métodos de Penman-FAO, do tanque classe A e de Blaney-Criddle.

Na mesma região, Rao (1989) registrou, em coqueiros-gigantes de 5 anos de idade, valores de K_c que variaram de 0,60 a 0,96

durante o ano, com valor médio anual de 0,82. Nessas condições, a necessidade de água do coqueiro variou de 122 L por planta por dia a 207 L por planta por dia.

Thampan (1991) relatou experiências bem-sucedidas com irrigação em coqueiro-gigante, em Tamil Nadu (Índia), utilizando as quantidades de água em função da idade da planta mostradas na Tabela 3.

Tabela 3. Quantidade de água aplicada à cultura do coqueiro-gigante em Tamil Nadu, Índia.

Número de anos após o plantio	Quantidade de água aplicada (L por planta por dia)
1	10
2	20
3	40
4	80
5 em diante	120

Fonte: Adaptado de Thampan (1991).

Em Vanuatu, Roupsard et al. (2006) monitoraram o uso de água de uma plantação de coqueiros híbridos (anão-amarelo-de-vanuatu x gigante-de-vanuatu) durante 3 anos. No 3º ano de cultivo, a cultura apresentava índices médios de área foliar (IAF) de 3,0 e de cobertura do solo de 75%. As taxas de ET_c variaram de 1,8 mm dia⁻¹ a 3,4 mm dia⁻¹, enquanto as taxas de ET_o , calculada pelo método de Penman-Monteith variaram de 2,4 mm dia⁻¹ a 5,8 mm dia⁻¹. Considerando-se a densidade de plantio de 144 plantas por hectare, esses valores de ET_c equivalem a 93 L por planta por dia a 160 L por planta por dia. Foram observados valores médios de K_c de 0,79 e 0,59 no

inverno e no verão, respectivamente. Durante a estação quente, as taxas de transpiração foram aparentemente limitadas pelo fechamento parcial dos estômatos, relacionado com a elevação do déficit de pressão de vapor (DPV), ainda que o DPV máximo durante o dia não excedesse 1,2 kPa.

Deve-se ressaltar que as condições climáticas e de solo variam entre regiões distintas, assim como as cultivares de coqueiro têm diferentes níveis de tolerância à seca. Portanto, volumes de água requeridos por coqueiros diferem de um lugar para outro, e até mesmo para a mesma cultivar (Ohler, 1999).

A maioria dos estudos a respeito das necessidades hídricas do coqueiro foi realizada nas condições edafoclimáticas da Ásia, utilizando-se a variedade gigante. No entanto, no Brasil, a maior parte dos plantios irrigados de coqueiro é da variedade anã, que apresenta maior consumo de água e menor resistência à seca que a gigante. O coqueiro-anão, por causa da alta taxa de transpiração, consome mais água que o coqueiro-gigante e, nas mesmas condições edafoclimáticas, apresenta os efeitos do estresse hídrico mais cedo (Coconut, 1992).

Segundo Carr (2011), as cultivares de coqueiro-anão possuem maior densidade de estômatos nas folhas do que o coqueiro-gigante e são mais sensíveis ao déficit hídrico no solo, por apresentarem controle limitado da perda de água por transpiração através dos estômatos e da cutícula. À medida que o nível de estresse hídrico aumenta, os estômatos permanecem abertos por

mais tempo nas cultivares anãs do que nas gigantes. Em geral, as cultivares gigantes são consideradas mais resistentes à seca do que as anãs e a maioria dos híbridos anão x gigante.

Na região litorânea do Ceará, em plantas jovens de coqueiro-anão irrigadas por microaspersores com um diâmetro molhado de 1,7 m, o consumo de água variou de 8 L por planta por dia a 12 L por planta por dia nos primeiros 6 meses após o plantio e de 12 L por planta por dia a 26 L por planta por dia dos 7 aos 12 meses após o plantio (Miranda et al., 1999).

No estado de Sergipe, em Argissolo Amarelo coeso dos Tabuleiros Costeiros, Azevedo et al. (2006) avaliaram a aplicação de volumes de água de 50 L, 100 L e 150 L por planta por dia em plantas de coqueiro-anão-verde com 6 anos de idade. Verificou-se que as plantas que receberam o volume de 150 L por planta por dia produziram, em média, 21% e 8% mais frutos e apresentaram aumento no volume de água por fruto da ordem de 17% e 13% em relação às plantas irrigadas com 50 L e 100 L por planta por dia, respectivamente. Os resultados sugerem que a aplicação de volumes de água diários acima de 150 L por planta poderia ainda aumentar a produtividade e o volume de água de frutos do coqueiro-anão.

Miranda et al. (2007) estimaram a evapotranspiração (ET_c) do coqueiro-anão-verde, irrigado por microaspersão, na região costeira do Ceará, utilizando o método do balanço de água no solo com base em

tensiometria. Os valores de ET_c variaram de 0,5 mm por dia (25 L por planta por dia), aos 11 meses de idade (diâmetro molhado de 1,7 m), até um máximo de 5,0 mm por dia (244 L por planta por dia), aos 36 meses de idade (diâmetro molhado de 5,0 m). Durante a fase de crescimento vegetativo, o coeficiente de cultura (K_c) variou de 0,63 (aos 11 meses de idade) a 1,00 (aos 22 meses de idade), quando as plantas iniciaram o florescimento. Na fase de produção, o K_c médio do coqueiro-anão foi de 1,0.

Assim, na falta de informações locais, para o cálculo da evapotranspiração da cultura (ET_c) do coqueiro-anão irrigado por microaspersão ou gotejamento, podem ser utilizados os valores de coeficiente de cultura (K_c) apresentados na Tabela 4, os quais foram obtidos e ajustados para as condições edafoclimáticas da região litorânea do Ceará. Entretanto, esses dados não foram comprovados experimentalmente nas diversas condições ambientais brasileiras, requerendo ainda pesquisas específicas.

A título de exemplo, na Tabela 5 são apresentados alguns dados sobre a necessidade de

Tabela 4. Valores de coeficientes de cultura para o coqueiro-anão irrigado.

Idade da planta (anos)	Fase da cultura	Coeficiente de cultura (K_c)
1	Desenvolvimento vegetativo	0,65
2	Desenvolvimento vegetativo	0,85
3 em diante	Florescimento e frutificação	1,00

Fonte: Miranda et al. (2006).

Tabela 5. Estimativa da quantidade de água necessária e a ser aplicada para a irrigação de coqueiro-anão nas condições climáticas médias da região Nordeste do Brasil.

Idade da planta (anos)	Quantidade de água (L por planta por dia)	
	Necessidade hídrica (lâmina líquida)	A ser aplicada ou lâmina bruta (eficiência de 90%)
1	19	21
2	60	67
3	144	160
4	215	239
5 em diante	229	255

Fonte: Adaptado de Nogueira et al. (1997b).

água da cultura do coqueiro-anão, a partir do 1º ano de cultivo, tomando-se como base o valor do coeficiente de localização (Kl). A estimativa da demanda hídrica da cultura (ETc) foi obtida considerando-se as seguintes condições: mês com elevada demanda climática e uma ETo média diária em torno de 5 mm dia⁻¹; coeficiente de cultura (Kc) variando de 0,65 a 1,00 (Tabela 4); irrigação com água de qualidade adequada e espaçamento de 7,5 m × 7,5 m × 7,5 m em triângulo ($Ap = 48,8$ m² por planta); e eficiência do sistema de irrigação localizada de 90%. Esses valores de quantidade de água necessária ($ETc = ETo \times Kc \times Kl \times Ap$) devem ser ajustados para cada local, mês do ano e condições de cultivo específicas.

O coeficiente de localização (Kl) é calculado em função da porcentagem de área sombreada ou cobertura do solo (As), pela equação $Kl = As/0,85$ (Keller; Karmeli, 1975 citados por Miranda; Gomes, 2006), apresentando uma relação direta com a redução da evaporação na superfície do solo em virtude da cobertura desse pelas copas das plantas, bem como com a neces-

sidade hídrica da cultura; ou seja, à medida que aumenta o coeficiente de localização, aumenta linearmente o volume ou a quantidade de água necessária a ser aplicada à planta. Os valores de porcentagem de área sombreada (As) adotados para o 1º, 2º, 3º, 4º e 5º ano em diante foram, respectivamente, 10%, 25%, 50%, 75% e 80%, conforme Miranda e Gomes (2006).

É importante considerar a eficiência do sistema de irrigação. No exemplo da Tabela 5, para um volume líquido necessário (Ll) de 144 L por planta por dia, levando-se em consideração uma eficiência da irrigação localizada de 90%, a necessidade bruta (Lb) será de 160 L por planta por dia.

Na Tabela 6, apresenta-se mais um exemplo de estimativa da quantidade de água na cultura do coqueiro, com dados de uma estação climatológica da região do Baixo São Francisco, visando demonstrar a variação da quantidade de água a ser aplicada ao longo do ano. Os dados apresentados são valores médios das seguintes variáveis: temperatura do ar (T) em °C; umidade rela-

Tabela 6. Estimativa da necessidade de água para plantas adultas de coqueiro-anão, ao longo do ano, na região do Baixo São Francisco.

Parâmetro	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Tmax (°C)	33,0	33,5	35,5	33,7	32,6	31,2	31,0	30,1	29,8	30,8	32,6	33,3
Tmin (°C)	22,8	23,0	24,2	23,1	23,4	22,8	21,8	21,3	21,0	20,8	21,3	23,3
Tmed (°C)	27,9	28,2	29,8	28,4	28,0	27,0	26,4	25,7	25,4	25,8	27,0	28,3
UR (%)	78,9	75,5	74,4	80,8	82,1	84,1	82,7	82,5	80,2	77,2	74,1	75,4
n (hora)	9,9	8,6	8,6	7,10	7,0	5,8	6,1	6,1	6,7	9,6	8,1	8,7
V _{2m} (m s ⁻¹)	1,7	1,6	1,6	1,2	1,4	1,2	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8
PP (mm)	8,2	21,6	55,3	156,7	264,4	391,0	246,4	89,5	65,3	45,0	81,3	8,4
ECA (mm por dia)	7,2	7,1	6,8	4,7	3,7	3,2	3,6	3,8	4,5	5,9	6,0	6,4
ETo (mm por dia)	5,8	5,5	5,6	4,4	3,9	3,2	3,4	3,6	4,1	5,2	5,2	5,6
ETc (mm por dia)	5,8	5,5	5,6	4,4	3,9	3,2	3,4	3,6	4,1	5,2	5,2	5,6
Vol. 50 (L por planta por dia) ⁽¹⁾	142,0	134,0	137,0	107,0	95,0	78,0	83,0	88,0	100,0	127,0	127,0	137,0
Vol. 75 (L por planta por dia) ⁽¹⁾	212,0	201,0	205,0	161,0	143,0	117,0	124,0	132,0	150,0	190,0	190,0	205,0
Vol. 80 (L por planta por dia) ⁽¹⁾	226,0	215,0	219,0	172,0	152,0	125,0	133,0	141,0	160,0	203,0	203,0	219,0

⁽¹⁾ Volumes de água diários, considerando-se as percentagens de cobertura do solo de 50%, 75% e 80%, respectivamente.

Fonte: Adaptado de Nogueira et al. (1997b).

tiva do ar (UR) em %; insolação diária (n) em horas; velocidade do vento a 2 m de altura (V_{2m}) em metros por segundo; precipitação pluvial (PP) em mm; e evaporação do tanque classe A (ECA) em milímetros por dia. A estimativa do valor da evapotranspiração de referência (ET_o), em milímetros por dia, foi realizada utilizando-se o método de Penman-FAO e a do valor da evapotranspiração da cultura (ET_c), em mm por dia, considerando-se $K_c = 1$ para plantas adultas (3 anos em diante). A partir dessas estimativas, foram calculados os volumes de água a aplicar por planta (Vol.), em L por planta por dia, equivalentes à lâmina líquida, levando-se em conta a área de influência por planta ($48,8 \text{ m}^2$) e os valores do fator de sombreamento ou percentuais de cobertura do solo de 50% (3 anos de idade), 75% (4 anos) e 80% (5 anos em diante).

Deve-se lembrar que, como os dados climáticos são muito variáveis ao longo do tempo, os valores médios servem para orientar a elaboração do calendário de irrigação a ser praticado ao longo do ano, sendo indispensável o acompanhamento desses dados na estação meteorológica mais próxima, para se fazerem os ajustes necessários periodicamente, pelo menos a cada 15 dias.

Uma alternativa mais simples para se estimar a demanda de água do coqueiro é por meio do emprego do método do tanque Classe A, que é de fácil utilização e apresenta boa precisão. Para tanto, deve-se multiplicar a medida da evaporação (Ev), obtida a partir das leituras feitas no tanque, por um fator de correção (K_p), que, na falta de

dados locais, pode ser assumido um valor médio igual a 0,60, para regiões úmidas, e a 0,85, para regiões semiáridas (Amorim et al., 2015a), obtendo-se a evapotranspiração de referência ($ET_o = Ev \times K_p$, em mm por dia). Em seguida, multiplica-se o resultado obtido (ET_o) pelo K_c (ver Tabela 4), para se obter a evapotranspiração da cultura (ET_c , em mm por dia), ou seja: $ET_c = ET_o \times K_c$. Além disso, é imprescindível monitorar a umidade do solo para avaliar a necessidade de ajuste da quantidade de água aplicada.

Manejo da irrigação por tensiometria

O manejo da irrigação por meio do método da tensiometria é relativamente simples, desde que se disponha da curva de retenção de água do solo em que está se cultivando (Almeida; Souza, 2011). Esse método permite o monitoramento e o controle da irrigação em tempo real, por serem utilizados sensores que permanecem instalados nas unidades de irrigação (Marouelli et al., 2011). Assim, monitorando-se a tensão da água no solo diariamente, torna-se possível ajustar periodicamente o volume de água a ser aplicada (quanto irrigar) e o momento mais adequado de se fazer as aplicações (quando irrigar).

Embora esse seja o mais antigo método para medir a tensão de água no solo, o tensiômetro é, provavelmente, o sensor mais empregado para a medição do estado da água no solo (Evet, 2007). Além dos tradicionais tensiômetros com vacuômetro de mercúrio – de mais difícil instalação e

operação e de menor segurança pelo risco de contaminação do próprio usuário e dos recursos hídricos e de solo, por conter mercúrio metálico –, os modelos mais utilizados são os do tipo Bourdon ou de vacuômetro metálico e os de punção ou tubo tensiométrico, cuja leitura é feita com tensímetro digital (Almeida; Souza, 2011; Marouelli et al., 2011), que são apresentados na Figura 8.

As leituras registradas no tensiômetro, em kPa, medem indiretamente a força ou tensão com que a água é retida pelo solo (igual ao potencial mátrico do solo, Ψ , cujo valor é negativo, -kPa), que será tanto maior quanto menor for o nível de umidade no solo.

O conhecimento das características do solo (como tipo, textura e profundidade) é um fator essencial na orientação dos ajustes necessários à quantidade de água a ser aplicada ao solo em cada evento de irrigação. Para orientação desses ajustes, é importante monitorar a tensão da água no solo na região de maior atividade das raízes, na qual deve ser aplicada a água de irrigação pelos emissores (gotejadores ou microaspersores). Na maioria dos casos,

pode-se considerar como 0,6 m a profundidade efetiva do sistema radicular de plantas de coqueiro adultas. Entretanto, é recomendável a realização de inspeções de campo, pois podem ocorrer variações em função das condições locais, principalmente do tipo de solo, como presença de camadas coesas ou adensadas, comuns nos solos dos Tabuleiros Costeiros.

Visando determinar o estado da água no solo para o manejo da irrigação na cultura do coqueiro, sugere-se monitorar a umidade do solo por meio da instalação de, pelo menos, três baterias de tensiômetros por área homogênea de solo e de idade das plantas. Cada bateria é constituída por dois ou três tensiômetros, os quais devem ser instalados em cada uma das profundidades do solo e distância do tronco da planta indicadas na Tabela 7. Essas profundidades e distância do tronco devem ser adaptadas conforme a situação local do perfil do solo e de acordo com a idade da planta e o raio de ação do emissor.

Segundo Marouelli et al. (2011), o momento de irrigar é geralmente estabelecido em

Fotos: Waldir Aparecido Marouelli

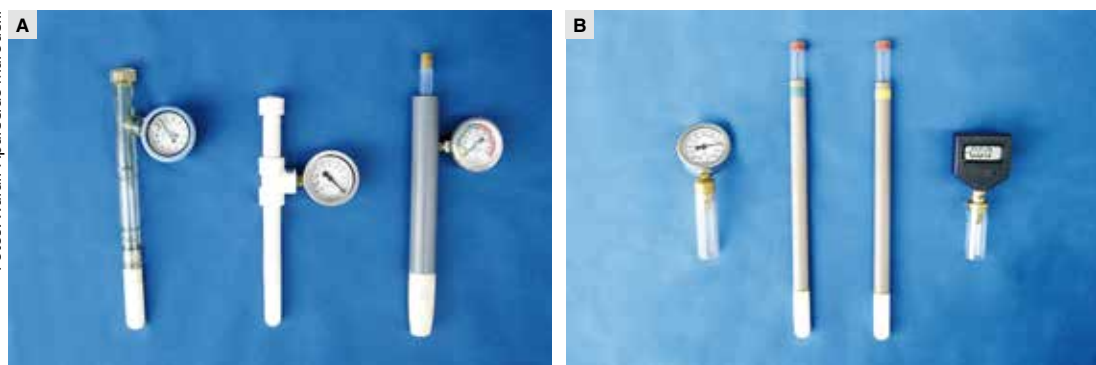


Figura 8. Tensiômetros com vacuômetro metálico tipo Bourdon (A) e de punção para leitura com tensímetro analógico ou digital (B).

Tabela 7. Recomendações de localização dos tensiômetros para o monitoramento da umidade do solo na cultura do coqueiro-anão.

Idade da planta (ano)	Profundidade (m)		Distância em relação ao tronco da planta (m)
	Sensor 1	Sensor 2	
1,5	0,2 a 0,4	0,6	0,3 a 0,5
2,5	0,2 a 0,4	0,6	0,5 a 0,9
4,0	0,2 a 0,4	0,6	0,6 a 1,0
5,0	0,2 a 0,4	0,6	0,7 a 1,1

Fonte: Miranda e Gomes (2006).

razão da tensão de água no solo crítica para a cultura, de modo que as irrigações devem ser realizadas sempre que o nível de umidade do solo atingir um valor limite, a partir do qual a produtividade da cultura começa a ser afetada negativamente ou reduzida. A umidade crítica do solo para fins de irrigação deve ser determinada com base na tensão crítica de água no solo; por isso é desejável ter-se disponível a curva de retenção de água no solo para a determinação da lâmina de irrigação, quando são utilizados sensores de tensão que visam indicar o momento adequado de irrigar (Marouelli et al., 2011). Essa curva é obtida em laboratório, a partir de amostra do solo coletada na profundidade de instalação dos tensiômetros.

Para o coqueiro-anão, os valores máximos toleráveis de tensão da água no solo na profundidade de 0,25 m, entre uma irrigação e outra, devem estar na faixa de 10 kPa a 25 kPa, para solos arenosos, de 25 kPa a 40 kPa, para solos de textura média, e de 40 kPa a 55 kPa, para solos argilosos (1,0 kPa = 1,0 centibar) (Amorim et al., 2015b). Na Figura 9, é ilustrado o monitoramento da tensão de água

no solo realizado por meio de uma bateria de três tensiômetros ligados a pressostatos e com comunicação de dados via rádio, em planta de coqueiro-anão, com 2,5 anos de idade, irrigada por microaspersão.

Na Figura 10, pode-se visualizar uma bateria de três tensiômetros com vacuômetro que, além da escala com valor numérico da tensão, apresenta uma escala com faixas em cores, a qual facilita a interpretação do estado de umidade do solo por parte do produtor irrigante.

Interação sistema radicular x irrigação

Dispor de informações sobre o sistema radicular é essencial para o dimensionamento de sistemas de irrigação e para o manejo de culturas irrigadas. No entanto, o manejo da irrigação e os tratos culturais também interferem na formação do sistema radicular.

O sistema radicular do coqueiro é do tipo fasciculado, e as raízes principais medem cerca de 10 mm de diâmetro e são muito uniformes. Segundo Ohler (1999), o desen-

Fotos: Julio Roberto Araujo de Amorim



Figura 9. Bateria de três tensiômetros ligados a pressostatos e com comunicação de dados via rádio, em planta de coqueiro-anão com 2,5 anos de idade (A) e detalhe dos tensiômetros instalados no solo (B).

Fotos: Ronaldo Souza Resende

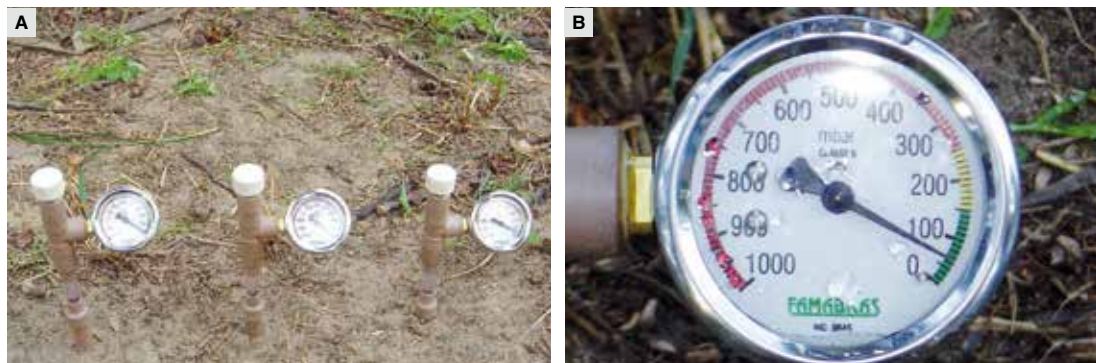


Figura 10. Bateria de tensiômetros com vacuômetro (A) e detalhe da escala com valor numérico da tensão e uma escala com faixas em cores (B).

volvimento do sistema radicular diminui com o aumento da densidade do solo. Menon e Pandalai (1958), citados por Ohler (1984), relatam que, quando as raízes do coqueiro encontram uma camada endurecida de solo, elas podem achatar-se, formando uma superfície rugosa, em virtude de suas tentativas de penetração. De acordo com Pomier e Bonneau (1987), a restrição ao

crescimento não é devida à textura do solo em si, mas a resistência do solo à penetração das raízes.

Na ecorregião dos Tabuleiros Costeiros, onde o coqueiro é bastante cultivado, ocorrem solos com camadas coesas de formação pedogenética. Tais camadas tornam-se endurecidas quando secas e friáveis quando umedecidas. Nesses solos, a irrigação certa-

mente minimiza tais deformações, facilitando o aprofundamento das raízes do coqueiro.

Embora as raízes do coqueiro possam atingir de 2 m a 4 m de profundidade, a maior concentração de raízes absorventes geralmente ocorre até 1 m de profundidade. Para evitar perdas de água, então, deve-se aplicá-la a uma taxa tal que a percolação não exceda a zona em que as raízes se encontram concentradas (Ohler, 1999). As raízes do coqueiro também podem se expandir lateralmente por mais de 3 m, podendo atingir até 10 m. No entanto, em plantas adultas a maior densidade de raízes absorventes ocorre até a distância de 1,5 m do estipe (Carr, 2011).

Pomier e Bonneau (1987) verificaram que para expressar a real eficiência do sistema radicular do coqueiro, é necessário examinar não só a quantidade de raízes por unidade de volume de solo, mas também a capacidade dessas raízes para absorver a água e elementos minerais.

No norte da Venezuela, Avilan et al. (1984) compararam os sistemas radiculares de variedades de coqueiro-gigante e anão com idades de 4 e 12 anos e 5 e 11 anos, respectivamente. A distribuição das raízes foi marcadamente influenciada pelas propriedades físicas do solo e pela aplicação de fertilizantes e de irrigação. As raízes das duas variedades atingiram profundidades de no mínimo 0,8 m, independentemente da idade, com a maioria (77% a 94%, em número) localizada na camada de 0,0 m a 0,5 m de profundidade.

No Nordeste do Brasil, Cintra et al. (1992) compararam a distribuição das raízes de diferentes cultivares de coqueiro-anão (com 6 anos de idade) em um solo arenoso. As raízes atingiram uma profundidade de 1,0 m (lençol freático a 1,1 m), mas a maior densidade radicular ocorreu na camada de 0,2 m a 0,6 m. Cerca de 90% das raízes estavam dentro de um raio de até 1,5 m do estipe do coqueiro. As cultivares Vermelho da Malásia e Amarelo de Gramame apresentaram melhor distribuição vertical e horizontal do sistema radicular que as cultivares anã-verde-de-jiqui e vermelho-dos-camarões.

Miranda et al. (2004) determinaram a distribuição do sistema radicular de plantas jovens de coqueiro-anão-verde, plantadas em um solo arenoso (Neossolo Quartzarênico), irrigadas por microaspersão e submetidas a diferentes frequências de irrigação (1, 3 e 5 dias). Verificou-se que irrigações mais frequentes estimularam o desenvolvimento de raízes absorventes em camadas mais superficiais do solo (0,0 m a 0,2 m) e que mais de 80% das raízes absorventes do coqueiro estavam contidas em até 0,6 m de profundidade, independente da frequência das irrigações (Figura 11). Aos 18 meses de idade, 80% das raízes do coqueiro-anão situavam-se até a distância de 0,6 m do estipe e, aos 30 meses de idade, 80% das raízes encontravam-se até 1,2 m de distância.

Irrigação com água salina

O coqueiro é uma planta de tendência halofítica com boa tolerância à salinidade no

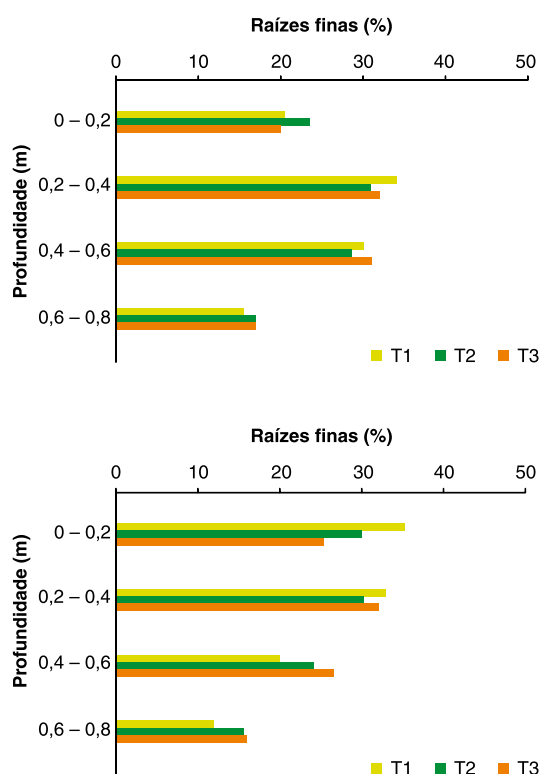


Figura 11. Distribuição percentual de raízes finas (< 4,0 mm) de coqueiro-anão-verde em função da profundidade, aos 18 meses (A) e aos 30 meses (B) após o plantio, sob três frequências de irrigação (T1 = 1 dia; T2 = 3 dias e T4 = 5 dias).

Fonte: Miranda et al. (2004).

solo. As plantas desse tipo geralmente precisam de altas concentrações de eletrólitos em suas células para crescer e equilibrar o seu balanço hídrico (Ohler, 1999).

Assim, considerando que a zona costeira do Brasil apresenta certa reserva de água doce no lençol freático e uma grande disponibilidade de água do mar e de água salinas nos rios, Silva Júnior (1994), sem desprezar os efeitos fisiológicos sobre a planta de coqueiro, afirmou que, em solos arenosos e onde a disponibilidade de água de boa qualidade é restrita, a irrigação com água salina pode evitar a perda de plantas

durante as fases jovem e adulta por deficiência hídrica.

Entretanto, segundo Ohler (1999), embora o coqueiro possa suportar concentrações de sal de até cerca de 1%, irrigações repetidas com água salina envolve um risco muito alto de acumulação de sal no solo. Principalmente, se a textura do solo for argilosa e esse apresentar uma drenagem deficiente. A salinidade pode afetar tanto o crescimento das plantas quanto a produção e a qualidade dos frutos, com sintomas semelhantes ao causado pelo estresse hídrico (Holanda; Amorim, 1997; Amorim et al., 2008).

Pomier e Brunin (1974), estudando o efeito da irrigação com água salina, cuja concentração de sais era a metade daquela da água do mar, sobre a produção de um coqueiral cultivado sobre areia grossa, concluíram que tal procedimento não foi prejudicial ao desenvolvimento do coqueiro naquele tipo de solo; mas, ao contrário, contribuiu significativamente para o aumento da produção. Os mesmos autores consideram o sistema de irrigação por gotejamento mais adaptado àquela situação, pelo fato de reduzir a concentração de sais dentro do bulbo molhado, formado no solo pelos gotejadores.

Costa et al. (1986) estudaram os efeitos da aplicação de águas salinas com concentrações de sais variando entre 7,5 g L⁻¹ e 15,0 g L⁻¹, obtidas a partir da diluição de água salina coletada próximo à foz do rio que sofre influência da água do mar, na irrigação de plantas jovens de coqueiro.

Observaram que as plantas irrigadas com água salina apresentaram reduzido número de folhas vivas e menor circunferência do coleto em relação às aquelas irrigadas com água de boa qualidade. Quanto ao sistema radicular, houve maior produção de raízes absorventes (terciárias) quando as plantas foram irrigadas com água doce e maior produção de raízes primárias (mais espessas) quando se irrigou com água salina. Após 5 meses de aplicação de águas com diferentes concentrações salinas, todas as plantas foram irrigadas com água de boa qualidade, e constatou-se que aquelas irrigadas inicialmente com água contendo $7,5 \text{ g L}^{-1}$ de sais recuperaram-se totalmente em relação ao número de folhas vivas e à circunferência do coleto. Em todos os tratamentos, houve redução no conteúdo de sais das plantas, que voltaram a absorver água normalmente, mantendo níveis semelhantes de potencial hídrico nas folhas.

Marinho et al. (2006) avaliaram o efeito da irrigação com águas de diferentes salinidades (condutividade elétrica – $CEa = 0,1, 5,0, 10,0$ e $15,0 \text{ dS m}^{-1}$) na produção do coqueiro-anão-verde. Embora a irrigação com águas salinas tenha aumentado o número de flores femininas por inflorescência, o uso de águas de CEa maior que $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ provocou redução no peso médio e no número de frutos colhidos, em relação à água de baixa concentração salina ($CEa = 0,1 \text{ dS m}^{-1}$). O estudo indicou que o limiar de salinidade da água de irrigação, para se obter produção aceitável de frutos do coqueiro-anão-verde, é de 10 dS m^{-1} .

Ferreira Neto et al. (2002) relataram os efeitos da irrigação com águas de diferentes salinidades sobre a qualidade dos frutos do coqueiro-anão-verde. Embora o teor de açúcares (°Brix) e a concentração iônica da água do fruto tenham aumentado com o uso de águas mais salinas, constatou-se que isso prejudica o formato (aparência) do fruto. Houve uma redução do peso médio dos frutos da ordem de $36,4 \text{ g}$ para cada 1 dS m^{-1} de aumento da CEa , enquanto o volume de água dos frutos foi reduzido, em média, em $12,4 \text{ mL}$ para cada 1 dS m^{-1} de acréscimo da salinidade. Segundo aqueles autores, é possível se produzir frutos satisfatoriamente, para comercialização como coco verde, utilizando-se na irrigação águas com CEa de até 10 dS m^{-1} .

Efeitos do encharcamento

A inundação reduz drasticamente o número de raízes. Essas não crescem em água estagnada, por causa da falta de oxigênio. Estagnações temporárias com duração inferior a 48 horas não causam danos às raízes, mas as que ficam submersas por longo tempo podem morrer. Cessadas as condições de encharcamento, as raízes podem brotar novamente e continuar seu crescimento (Ohler, 1984). O coqueiro pode suportar alagamentos por até 7 dias. Contudo, é importante a drenagem de áreas propensas a encharcamentos (Mahindapala; Pinto, 1991).

Segundo Yusuf e Varadan (1993), entre os efeitos danosos do encharcamento do solo

sobre o coqueiro são relatados: redução do suprimento de N, P, K, Ca e Mg, mau funcionamento do sistema radicular, formação de compostos tóxicos, aumento da solubilidade de íons metálicos tóxicos, morte de raízes e até mesmo aumento da susceptibilidade a infecções pelo fungo *Phytophthora*, que resulta na queda de frutos imaturos.

Costa e Rocha (1986) avaliaram o comportamento do lençol freático ao longo do ano em coqueiral cultivado ao norte do Estado de Sergipe em solo arenoso, encontrando desde uma condição de encharcamento (lençol freático acima da superfície do solo), em julho, até à profundidade de 4,05 m a 3,20 m, em fevereiro. A flutuação do lençol freático demonstra a importância das práticas de irrigação e drenagem em locais onde o lençol freático atinge a profundidade efetiva das raízes em alguma época do ano.

Em alguns casos, as raízes podem se desenvolver acima do solo, mesmo a grande altura em relação ao coleto, principalmente em condições de alta umidade relativa do ar, lençol freático elevado ou mesmo em ferimentos do tronco. Quando essas raízes aéreas são cobertas com solo, elas brotam e desenvolvem raízes secundárias e radículas (Ohler, 1984).

Referências

- ALMEIDA, O. A. de. **Entupimento de emissores em irrigação localizada**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 61 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Documentos, 182).
- ALMEIDA, O. A. de; SOUZA, L. F. da S. Irrigação e fertirrigação na cultura do abacaxi. In: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 339-368.
- AMORIM, J. R. A. de; MIRANDA, F. R. de; NOGUEIRA, L. C.; RESENDE, R. S. Irrigação. In: FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **A cultura do coqueiro**. 2. ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015a. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistema de Produção, 1). Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaooff6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7703&p_r_p_-996514994_topicId=1310>. Acesso em: 12 out. 2015.
- AMORIM, J. R. A. de; RESENDE, R. S.; HOLANDA, J. S. de; FERNANDES, P. D. Qualidade da água na agricultura irrigada. In: ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. (Ed.). **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 255-316.
- AMORIM, J. R. A. de; RESENDE, R. S.; MIRANDA, F. R. de. **Manejo da irrigação localizada na cultura do coqueiro-anão por meio de tensiometria**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015b. 5 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 175).
- AVILAN, L.; RIVAS, M.; SUCRE, R. Etude du système racinaire du cocotier (*Cocos nucifera* L.). **Oléagineux**, v. 39, n. 1, p. 13-23, 1984.
- AZEVEDO, P. V.; SOUSA, I. F. de; SILVA, B. B.; SILVA, V. P. R. Water-use efficiency of dwarf-green coconut (*Cocos nucifera* L.) orchards in northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, n. 84, p. 259-264, 2006.
- CAMBOIM NETO, L. F. **Coqueiro verde**: influência de diferentes lâminas de irrigação e de porcentagens de área molhada no desenvolvimento, na produção e nos parâmetros físico químicos do fruto. 2002. 121 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of coconut (*Cocos nucifera*): a review. **Experimental Agriculture**, n. 47, p. 27-51, 2011.
- CINTRA, F. L. D. C.; LEAL, M. de L. da S.; PASSOS, E. E. M. **Avaliação e distribuição do sistema radicular de coqueiros-anões**. Aracaju: Embrapa-CNPCo, 1992. 8 p. (Embrapa-CNPCo. Comunicado técnico, 36).
- CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. L. S.; PORTELA, J. C. Efeito de volumes de água de irrigação no regime hídrico de solo coeso dos tabuleiros e na produção de coqueiro. **Revista**

Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 4, p. 1041-1051, 2009.

COCONUT: water supply and drought tolerance.

Oléagineux, v. 47, n. 6, p. 334-337, 1992.

COSTA, R. G. **Relatório técnico do curso internacional sobre operação e manejo de distritos de irrigação e do estágio com a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa-UEPAE de Aracaju, 1985. 26 p.

COSTA, R. G.; PASSOS, E. E. M.; GHEYI, H. R. **Aplicação de água salina na irrigação de plantas jovens de coqueiro (*Cocos nucifera* L.)**. Aracaju: EMBRAPA-CNPCo, 1986. 5 p. (EMBRAPA-CNPCo. Pesquisa em andamento, 37).

COSTA, R. G.; ROCHA, A. F. da. **Avaliação do lençol freático em duas áreas exploradas com a cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.)**. Aracaju: EMBRAPA-CNPCo, 1986. 8 p. (EMBRAPA-CNPCo. Pesquisa em andamento, 36).

EVETT, S. R. Soil water and monitoring technology. In: LASCANO, R. J.; SOJKA, R. E. (Ed.). **Irrigation of agricultural crops**. 2nd. ed. Madison: American Society of Agronomy, 2007. p. 25-84. (Agronomy monograph, 30).

FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H. R.; HOLANDA, J. S. de; MEDEIROS, J. F. de; FERNANDES, P. D. Qualidade do fruto verde de coqueiro em função da irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 69-75, 2002.

FONTES, H. R.; LEAL, M. de L. da S. **Efeito da irrigação, cobertura morta e entalhe da semente sobre germinação de coqueiro gigante do Brasil**. Aracaju: Embrapa-CNPCo, 1994. 7 p. (Embrapa-CNPCo. Comunicado técnico, 5).

HOLANDA, J. S. de; AMORIM, J. R. A. de. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. (Ed.). **Manejo e controle de salinidade em agricultura irrigada**. Campina Grande: SBEA/UFPB, 1997. p. 137-169.

JAYAKUMAR, M.; SASEENDRAN, S. A.; HEMAPRABHA, M. Crop coefficient for coconut (*Cocos nucifera* L.): a lysimetric study. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 43, p. 235-240, 1988.

JAYASEKARA, K. S.; JAYASEKARA, C. Efficiency of water use in coconut under different soil/plant management systems. In: NAIR, M. K.; KHAN, H. H.; GOPALASUNDARM, P.; BHASKARARAO, E. V. V. (Ed.). **Advances in coconut research and development**. New Delhi: Oxford and IBH Publishing, 1993. p. 427-428.

LOPES, J. R.; ABREU, J. M. N.; REGALADO, A. P.; HERNANDEZ, J. F. G. **Riego localizado**. Madrid: Mundi-Prensa/Iryda, 1992. 405 p.

MAHINDAPALA, R.; PINTO, J. L. J. G. **Coconut cultivation**. Lunuwila: Coconut Research Institute, 1991. 162 p.

MARINHO, F. J. L.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; HOLANDA, J. S. de; FERREIRA NETO, M. Cultivo de coco 'Anão Verde' irrigado com águas salinas.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 8, p. 1277-1284, 2006.

MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, A. S. de; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. de. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F. de; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.

MIRANDA, F. R. de; GOMES, A. R. M. **Manejo da irrigação do coqueiro-anão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 8 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular técnica, 25).

MIRANDA, F. R. de; GOMES, A. R. M.; OLIVEIRA, C. H. C.; MONTENEGRO, A. A. T.; BEZERRA, F. M. L. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do coqueiro anão-verde. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16., 2006, Goiânia. **Anais...** Brasília, DF: Abid, 2006. 1 CD-ROM.

MIRANDA, F. R. de; GOMES, A. R. M.; OLIVEIRA, C. H. C.; MONTENEGRO, A. A. T.; BEZERRA, F. M. L. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do coqueiro anão-verde na região litorânea do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 129-135, 2007.

MIRANDA, F. R. de; LIMA, R. N.; FREITAS, J. A. D.; LIMA, R. N.; MAIA, A. H. N.; SANTANA, M. G. S. **Comportamento reprodutivo e qualidade da água dos frutos do coqueiro-anão irrigado no Vale do Curu, Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 28 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 32).

MIRANDA, F. R. de; MONTENEGRO, A. A. T.; LIMA, R. N.; ROSSETI, A. G.; FREITAS, J. A. D. Distribuição do sistema radicular de plantas jovens de coqueiro-anão sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 2, p. 309-318, 2004.

MIRANDA, F. R. de; OLIVEIRA, V. H. de; MONTENEGRO, A. A. T. Desenvolvimento e precocidade de produção do coqueiro anão (*Cocos nucifera* L.) sob diferentes frequências de irrigação. **Agrotrópica**, v. 11, p. 71-76, 1999.

NAIR, R. R. Summer irrigation requirement of the coconut palm. **Indian Coconut Journal**, v. 19, n. 12, p. 3-7, 1989.

NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q.; GORNAT, B.; COELHO, E. F. **Gotejamento subsuperficial**: uma alternativa para a exploração agrícola dos solos dos tabuleiros costeiros. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997a. 21 p. (Embrapa-CPATC. Documentos, 6).

NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q.; MIRANDA, F. R. Irrigação do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1997b. p. 159-187.

OHLEH, J. G. (Ed.). **Modern coconut management**: palm cultivation and products. Rome: FAO; London: Intermediate Technology, 1999. 458 p.

OHLEH, J. G. **Coconut, tree of life**. Rome: FAO, 1984. 446 p. (FAO. Plant production and protection paper, 57).

PASSOS, E. E. M. **Impacto sofrido pelo coqueiro após plantio definitivo**: I. mudas com raízes nuas e em saco plástico. Aracaju: Embrapa-CNPCo, 1989. 8 p. (Embrapa-CNPCo. Pesquisa em andamento, 39).

POMIER, M.; BONNEAU, X. Développement du système racinaire du cocotier en fonction du milieu en Côte d'Ivoire. **Oléagineux**, v. 42, n. 11, p. 409-421, 1987.

POMIER, M.; BRUNIN, C. Irrigation des cocotiers à l'eau salée. **Oléagineux**, v. 29, n. 4, p. 183-186, 1974.

PREMIERS resultats des essais d'irrigation sur cocotier. Paris: Irho, 1976.

RAO, A. S. Water requirements of young coconut palms in a humid tropical climate. **Irrigation Science**, n. 10, p. 245-249, 1989.

ROUPSARD, O.; BONNEFOND, J. M.; IRVINE, M.; BERBIGIER, P.; NOUVELLON, Y.; DAUZAT, J.; TAGA, S.; HEMEL, O.; JOURDAN, C.; SAINT-ANDRÉ, L.; MIALET-SERRA, I.; LABOUISSSE, J. P.; EPRON, D.; JOFFRE, R.; BRACONNIER, S.; ROUZIÈRE, A.; NAVARRO, M.; BOUILLET, J. P. Partitioning energy and evapo-transpiration above and below a tropical palm canopy. **Agricultural and Forest Meteorology**, n. 139, p. 252-268, 2006.

SILVA JÚNIOR, C. D. da. **Effets du déficit hydrique et de l'irrigation avec l'eau de mer diluée sur le comportement physiologique des plants de cocotier (*Cocos nucifera* L.)**. Grand du Brésil en conditions naturelles. 1994. 158 f. Thèse (Doctorate) – Université Paris VII, Paris.

SOCOL, O. J. **Construção e avaliação de hidro ciclone para pré-filtragem da água de irrigação**. 2003. 89 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

THAMPAN, P. K. Success story in drip irrigation. **Indian Coconut Journal**, v. 21, n. 9, p. 8-10, 1991.

VERMEIREN, L.; JOBLING, G. A. **Riego localizado**. Rome: FAO, 1986. 203 p. (FAO. Estudio riego y drenaje, 36).

YUSUF, M.; VARADAN, K. M. Water management studies on coconut in India. In: NAIR, M. K.; KHAN, H. H.; GOPALASUNDARAM, P.; BHASKARA RAO, E. V. V. (Ed.). **Advances in coconut research and development**. New Delhi: IBH, 1993. p. 337-346.

Fertirrigação

Fábio Rodrigues de Miranda

Luís Carlos Nogueira

Julio Roberto Araujo de Amorim

Introdução

Fertirrigação ou fertigação significa aplicação simultânea de água e fertilizantes ao solo, por meio de sistemas de irrigação. A fertirrigação é a prática mais avançada e eficiente de fertilização, e combina os dois principais fatores que afetam o desenvolvimento das plantas: água e nutrientes. A combinação certa desses dois fatores é a chave para aumentar o rendimento da cultura e melhorar a qualidade do produto (Imas, 2007).

Entre as principais vantagens da fertirrigação, citam-se:

- Economia de tempo e de mão de obra para a aplicação dos fertilizantes.
- Diminuição da compactação do solo e dos danos físicos às plantas em virtude da redução do tráfego de máquinas dentro da área.
- Aplicação uniforme dos fertilizantes na área irrigada, desde que o sistema de irrigação apresente boa uniformidade.
- Aplicação dos fertilizantes, no caso de irrigação localizada, restrita ao volume de solo molhado pelos emissores onde se concentram as raízes da cultura.

- Possibilidade de ajustamento, com boa precisão, da quantidade de nutrientes e do momento de sua aplicação, atendendo às necessidades das plantas.
- Aumento da eficiência dos fertilizantes e redução da contaminação do meio ambiente em virtude do melhor aproveitamento dos nutrientes de maior mobilidade no solo.
- Aumento da produção e melhoria da qualidade do produto.

A fertirrigação é utilizada principalmente por usuários de sistemas pressurizados de irrigação, sobretudo pivô central e irrigação localizada (gotejamento e microaspersão). Na irrigação localizada, a fertirrigação não é uma prática opcional, mas necessária, uma vez que apenas uma fração do solo (em torno de 30% a 60%) é umedecida e as raízes se desenvolvem em um volume de solo limitado. Se os fertilizantes forem aplicados isoladamente, isto é, separados da água, a eficiência da adubação diminuirá, pois os nutrientes não serão dissolvidos nas zonas secas onde o solo não é molhado. Portanto, na irrigação localizada, a adubação convencional não é adequada nem eficiente; e a fertirrigação é a maneira mais prática de aplicar os fertilizantes somente nas zonas onde estão as raízes da cultura (Imas, 2007).

Em solos da Baixada Litorânea e dos Tabuleiros Costeiros, onde tradicionalmente se desenvolve a cultura do coqueiro, a fertirrigação é uma prática bastante recomendável. As principais limitações agrícolas desses solos são a baixa capacidade de

retenção de água e de nutrientes. Sob tais condições, irrigações frequentes e adubações parceladas podem promover melhor absorção de nutrientes pelas culturas (Nogueira et al., 1998).

Apesar das evidentes vantagens da fertirrigação, alguns aspectos importantes devem ser observados para que a técnica seja utilizada com sucesso, tais como:

- O sistema de irrigação deve apresentar uma boa uniformidade de distribuição da água (coeficiente de uniformidade mínimo de 85%), sob o risco de a aplicação dos fertilizantes não ser uniforme.
- Os fertilizantes aplicados devem ser solúveis em água e, se forem aplicados simultaneamente mais de um tipo de fertilizante, eles deverão ser compatíveis entre si, a fim de evitar reações químicas indesejadas e entupimento no sistema de irrigação.
- Os níveis dos nutrientes no solo e nas plantas (foliares) devem ser monitorados com frequência, quando, então, se for o caso, poderão ser feitos os ajustes das doses dos fertilizantes aos resultados das análises e às necessidades nutricionais da cultura.
- O manejo da irrigação deve ser realizado de forma criteriosa, tanto para evitar o déficit prolongado de água no solo, o que poderia levar à sua salinização, quanto para evitar o excesso de irrigação, o que poderia causar a lixiviação dos nutrientes do solo.

Fertilizantes utilizados na fertirrigação

Na fertirrigação, podem ser utilizados fertilizantes líquidos, comercializados na forma de solução pronta para aplicação, ou sólidos, os quais devem apresentar alta solubilidade, de modo a evitar entupimentos nos emissores do sistema de irrigação. Na Tabela 1, são listados os principais fertilizantes utilizados em fertirrigação e algumas de suas características.

Especificamente na cultura do coqueiro, os principais fertilizantes aplicados via fertirrigação são: ureia, sulfato de amônio, cloreto de potássio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico (MAP), nitrato de cálcio e ácido fosfórico. A utilização do cloreto de potássio (KCl) na fertirrigação do coqueiro é bastante recomendável, pois, além do potássio, esse fertilizante é uma fonte de cloro (48% de Cl), o qual, segundo Holanda et al. (2007), é considerado um macronutriente importante para o coqueiro.

O uso do KCl na fertirrigação requer cuidados, principalmente em sistemas de irrigação por gotejamento. O KCl vermelho, além de fornecer ferro ao solo em teores que podem ser excessivos à cultura, pode precipitar, formando crostas nas paredes internas da tubulação de irrigação e provocar obstruções nos gotejadores. O KCl branco é o mais recomendado para a fertirrigação e não fornece ferro ao solo. No entanto, como contém alumínio (Al), pode ser tóxico para algumas culturas (Borges; Silva, 2011).

Tabela 1. Características de fertilizantes utilizados em fertirrigação.

Fertilizante	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Outros	Densidade (kg L ⁻¹)	Índice salino ⁽¹⁾	Solubilidade a 20 °C (g L ⁻¹)	Concentração utilizada (%)
Ácido fosfórico	-	55	-	-	1,38–1,58	-	-	10,0
Cloreto de potássio	-	-	60	48% Cl	1,98	116	342	10,0–15,0
Fosfato biamônico (DAP)	17	40	-	-	1,62	29	689	10,0
Fosfato monoamônico (MAP)	11	48	-	-	1,80	34	368	10,0
Fosfato mono potássico (MKP)	-	52	34	-	2,34	8	227	10,0
Nitrato de cálcio	15	-	-	19% Ca	2,50	52	1.294	20,0
Nitrato de potássio	13	-	46	-	2,11	74	317	10,0–15,0
Sulfato de potássio	-	-	50	18% S	2,66	46	111	7,5
Sulfato de amônio	20	-	-	22% S	1,77	69	754	7,5
Sulfato de magnésio	-	-	-	13% S 10% Mg	1,68	62	356	7,5
Ureia	45	-	-	-	1,37	75	1.080	10,0

⁽¹⁾Indica o aumento de pressão osmótica que o adubo produz na solução do solo, comparado ao nitrato de sódio, que se emprega como padrão (Índice salino = 100).

Fonte: Alarcón (1997).

A escolha de adubos como fontes de nitrogênio e fósforo depende da classe textural, do pH e do teor de bases no solo. Solos alcalinos derivados de rochas calcárias requerem adubos acidificantes, como o MAP e o sulfato de amônio, enquanto solos ácidos, de textura arenosa e baixa capacidade de troca de cátions (CTC), requerem fontes de reação neutra ou alcalina, como o nitrato de potássio, ou multinutrientes, como o superfosfato simples e farinhas de osso (Holanda et al., 2007).

De modo geral, os fertilizantes que mais causam acidez no solo são os adubos nitrogenados amoniacais. Os adubos nitrogenados nítricos tendem a causar alcalinização. Já os adubos fosfatados tendem a causar uma ligeira acidificação, enquanto os adubos potássicos tendem à neutralidade.

Um aspecto bastante importante a ser considerado quando se prepara uma solução com mais de um tipo de fonte de nutrientes é a compatibilidade entre os fertilizantes (Tabela 2) e entre esses e os íons contidos na água de irrigação. Algumas combinações de fertilizantes e entre eles e os íons da água podem causar reações de precipitação e problemas de entupimentos das tubulações e dos emissores.

Geralmente, os fertilizantes contendo N, K e micronutrientes apresentam boa solubilidade e não apresentam problemas para uso em fertirrigação. Já os fertilizantes que contêm fósforo, de custo mais baixo, como o superfosfato simples e o superfosfato triplo, apresentam baixa solubilidade, não sendo utilizados em fertirrigação. As fontes

solúveis de P (MAP, DAP, MKP e ácido fosfórico), se forem utilizadas em águas com elevado teor de cálcio, poderão causar problemas decorrentes da precipitação de fosfato de cálcio dentro da tubulação e o entupimento de emissores, principalmente de gotejadores.

Fertilizantes contendo Ca devem ser usados com cuidado em virtude dos riscos de precipitação e entupimento do sistema de irrigação, devendo essa prática restringir-se aos solos ácidos e com alto teor de sódio. A fonte de cálcio mais recomendada para a fertirrigação é o nitrato de cálcio.

Se houver incompatibilidade entre os fertilizantes, sua aplicação deverá ser feita alternada e isoladamente. O sulfato, por exemplo, é incompatível com o cálcio, e os fosfatos com o cálcio e o magnésio. Águas naturalmente ricas em Ca, Mg e bicarbonatos (conhecidas como “águas duras”) podem formar compostos insolúveis com fosfato e sulfato. Cuidados devem ser tomados com a mistura entre cloreto de potássio e outra fonte que contenha sulfato. Essa mistura poderá diminuir a solubilidade do K, levando à formação de K_2SO_4 , que apresenta solubilidade três vezes menor do que o KCl (Borges; Silva, 2011). O ácido fosfórico, por sua vez, não deve ser injetado em água de irrigação que contenha mais que 50 ppm de cálcio. Quanto ao nitrato de cálcio, ele não deve ser aplicado em água que contenha mais de 5,0 meq L^{-1} de bicarbonato (HCO_3^-), pois poderá formar precipitados de fosfato de cálcio (Basso et al., 2010).

Tabela 2. Compatibilidade entre fertilizantes utilizados em fertirrigação.

Fertilizante	NA	SA	NC	NK	CK	SK	FA	MS	MQ	SM	AF	AS	AN
Ureia (UR)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Nitrato de amônio (NA)		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Sulfato de amônio (SA)			I	C	C	SR	C	C	C	C	C	C	C
Nitrato de cálcio (NC)				C	C	I	I	I	SR	I	I	I	C
Nitrato de potássio (NK)					C	C	C	C	C	C	C	C	C
Cloreto de potássio (CK)						SR	C	C	C	C	C	C	C
Sulfato de potássio (SK)							C	SR	C	SR	C	SR	C
Fosfatos de amônio MAP e DAP (FA)								I	SR	I	C	C	C
Fe, Zn, Cu, Mn sulfato (MS)									C	C	I	C	C
Fe, Zn, Cu, Mn quelato (MQ)										C	SR	C	I
Sulfato de magnésio (SM)											C	C	C
Ácido fosfórico (AF)												C	C
Ácido sulfúrico (AS)													C
Ácido nítrico (AN)													

Nota: C = compatível; SR = solubilidade reduzida; I = incompatível.

Fonte: Villas Boas et al. (1999).

Equipamentos utilizados na fertirrigação

Para realizar a fertirrigação, é necessário um ou mais tanques de solução e um dispositivo para injetar a solução fertilizante no sistema de irrigação. Também podem ser necessários dispositivos de controle, tais como reguladores de pressão e de vazão, manômetros e hidrômetros (Nogueira et al., 1998).

Para serem aplicados via fertirrigação, os fertilizantes devem ser solubilizados em água (formando a solução fertilizante) e mantidos em reservatórios ou tanques de solução, durante o processo de injeção no sistema de irrigação. Os tanques de solução devem ser construídos ou revestidos com material que não reaja com os sais dos fertilizantes, como fibra de vidro, polietileno e

PVC. Para manter os fertilizantes diluídos, é desejável que o tanque possua algum mecanismo de agitação da solução (Figura 1). Cuidar, porém, para não agitar a solução durante a injeção no sistema de irrigação, pois isso poderia contribuir para a obstrução de filtros e emissores.



Foto: Fábio Rodrigues de Miranda

Figura 1. Tanques de solução fertilizante em fibra de vidro e com agitador mecânico.

A capacidade do tanque vai depender do volume de solução fertilizante que vai ser aplicado em cada fertirrigação, que, por sua vez, depende da quantidade de fertilizantes a ser aplicada, da solubilidade dos fertilizantes e da concentração desses na solução. Em cada tanque de solução, só devem ser misturados fertilizantes que sejam compatíveis (Tabela 2). Fertilizantes não compatíveis entre si devem ser misturados em tanques separados e aplicados isoladamente.

Os principais dispositivos utilizados para injetar a solução fertilizante na tubulação do sistema de irrigação são: bomba de injeção direta, bomba dosadora de acionamento hidráulico e injetor Venturi.

Na Figura 2, é mostrado um exemplo de utilização de bomba de injeção direta na fertirrigação em sistemas de irrigação localizada. Geralmente, são utilizadas bombas centrífugas de alta pressão (multiestágio), que proporcionam pressão acima de 5 kgf cm^{-2} , suficiente para injetar a solução fertilizante na linha principal do sistema de irrigação. Podem ser utilizadas ainda bombas de pistão ou diafragma.



Figura 2. Tanque de solução em polietileno e moto-bomba centrífuga utilizados na fertirrigação.

As bombas de injeção direta têm boa precisão e alta capacidade de injeção; além disso, não interferem na pressão de operação do sistema de irrigação. No entanto, para funcionar, requerem uma fonte auxiliar de energia elétrica. Para conferir maior durabilidade ao equipamento, devem ser utilizadas, de preferência, bombas cujos rotor e carcaça tenham sido construídos com materiais que não reajam com os fertilizantes (como aço inoxidável e noril).

As bombas dosadoras de acionamento hidráulico (Figura 3) são também dispositivos utilizados na fertirrigação. Essas bombas são construídas em material plástico ou em aço inox, e seu princípio de funcionamento é semelhante ao de um carneiro hidráulico, ou seja, a pressão da rede aciona o movimento de um diafragma de borracha, para que ocorra a injeção do fertilizante. Apresentam boa precisão com relação à taxa de injeção da solução fertilizante e dispensam energia elétrica. No entanto, apresentam alto preço, capacidade de injeção limitada e exigem manutenção periódica em virtude de possuírem partes móveis que se desgastam com o tempo. Quando são instaladas em *by-pass* na linha principal do sistema de irrigação, é necessário que haja uma diferença de pressão, de forma que a água passe pela dosadora, interferindo na pressão de operação do sistema de irrigação.

Um dos dispositivos mais utilizados atualmente na fertirrigação é o injetor Venturi (Figura 4). Consiste basicamente de uma peça plástica ou metálica, oca, em forma de “T”, que possui uma seção com redução gradual do diâmetro interno, seguida de



Figura 3. Bomba dosadora hidráulica para aplicação de solução fertilizante.

um estrangulamento e de uma seção com aumento gradual do diâmetro (Figura 4). A água, ao passar pela seção com diâmetro reduzido, diminui bruscamente sua velocidade, o que gera uma pressão negativa e provoca a sucção da solução fertilizante contida no tanque de solução.

O Venturi apresenta baixo custo inicial e de manutenção e boa durabilidade, pois não possui partes móveis. Mostra grande capa-



Fotos: Fábio Rodrigues de Miranda

cidade de injeção para pressões e vazões bem definidas e possibilidade de controle da taxa de injeção, usando-se apenas um registro. No entanto, se for instalado em *by-pass* ou na linha de irrigação, o injetor Venturi pode causar perdas de 20% a 30% da pressão de serviço do sistema de irrigação. Por isso, é comum utilizar o Venturi instalado em *by-pass*, em conjunto com uma bomba auxiliar, chamada bomba *booster*, que força a passagem de água pelo dispositivo sem redução da pressão de operação do sistema de irrigação. A maioria dos sistemas de fertirrigação automatizados mais sofisticados utiliza injetores do tipo Venturi em conjunto com bomba *booster* (Figura 5).

A escolha e o dimensionamento do sistema de fertirrigação (tanque de solução, dispositivo injetor e acessórios) devem ser feitos por técnico capacitado, levando-se em considera-

Foto: Fábio Rodrigues de Miranda



Figura 4. Injetor tipo Venturi utilizado em fertirrigação.

Foto: Julio Roberto Araujo de Amorim



Figura 5. Sistema automatizado de injeção de fertilizantes com injetores tipo Venturi e bomba auxiliar.

ção as características do sistema de irrigação e as necessidades de fertilizantes do cultivo.

Manejo da fertirrigação

A frequência das fertirrigações depende do tipo de nutriente, da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, das exigências da cultura e do volume de solo molhado pelos emissores do sistema de irrigação. Fertilizantes com maior potencial de lixiviação, como os nitrogenados, devem ser aplicados com maior frequência do que aqueles com menor potencial, como os que contêm P, Ca ou Mg e K. Em solos arenosos, a fertirrigação deve ser mais frequente, pois esses solos têm menor capacidade de retenção de água e nutrientes, o que favorece a lixiviação. Ademais, as fertirrigações devem ser mais frequentes em regiões ou épocas com chuvas intensas, em virtude da lavagem e da lixiviação dos nutrientes, ou quando o volume de solo molhado pelo sistema de irrigação localizada for pequeno.

Na prática, no cultivo do coqueiro, em virtude da facilidade de aplicação, da compatibilidade e das maiores quantidades exigidas pela cultura, os fertilizantes contendo N e K são aplicados junto, geralmente uma vez por semana. Já os fertilizantes contendo P, Ca, Mg, S e micronutrientes, quando aplicados via fertirrigação, o são com menor frequência.

A aplicação dos fertilizantes via fertirrigação compreende três etapas. Na primeira etapa, o sistema de irrigação deve funcionar por aproximadamente um quarto do tempo de irrigação programado, a fim de pressurizar o sistema antes de iniciar a aplicação da solução fertilizante, permitindo, assim, maior uniformidade de distribuição dos fertilizantes. Na segunda etapa, faz-se a injeção dos fertilizantes no sistema de irrigação por um período de aproximadamente 50% do tempo de irrigação. Na terceira etapa, o sistema deverá continuar funcionando até completar o tempo total de irrigação, para permitir a limpeza do sistema e carrear os fertilizantes da superfície para camadas inferiores do solo.

Dessa forma, a taxa de injeção do dispositivo injetor do sistema de fertirrigação deve ser ajustada para permitir a aplicação do volume total da solução no tempo programado (50% do tempo de irrigação).

Monitoramento da fertirrigação

A determinação das doses de fertilizantes a serem aplicadas via fertirrigação segue os mesmos conceitos utilizados na adubação

convencional e deve ser feita com base em análises do solo e foliares, conforme as recomendações contidas no Capítulo 4 da Parte 4 desta obra. As quantidades anuais de fertilizantes recomendadas devem ser divididas pelo número de aplicações por ano, para determinar as doses de fertilizantes a serem aplicadas em cada fertirrigação.

É importante acompanhar a evolução de características do solo, tais como pH, condutividade elétrica do extrato saturado, teores de nutrientes e saturação de bases ao longo do tempo, alterando as doses e/ou as fontes de nutrientes para manter os níveis dessas variáveis dentro das faixas ideais para a cultura. Para isso, devem-se realizar análises de solo nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 cm a 40 cm, pelo menos uma vez ao ano. Da mesma forma, devem ser realizadas análises foliares pelo menos uma vez ao ano, ajustando-se as doses e as fontes de fertilizantes ao estado nutricional das plantas em relação aos níveis críticos dos nutrientes para o coqueiro.

Além disso, seguindo as instruções fornecidas nos Capítulos 5 e 6 da Parte 4, deve-se analisar, pelo menos uma vez ao ano, as características físico-químicas da água de irrigação, tais como: pH, condutividade elétrica, teores de P, Ca, Mg, Na, K, sulfato, cloreto, bicarbonato e micronutrientes, os quais podem afetar a escolha dos tipos de fertilizantes aplicados na fertirrigação e suas doses.

As quantidades de nutrientes – como P, K, Ca, Mg e S – aportadas pela água de irrigação devem ser consideradas nos cálculos

das doses de fertilizantes a serem aplicadas, assim como as necessidades de ajuste do pH da água e de neutralização do bicarbonato, no caso de águas com elevados teores desse íon.

Muitas fontes hídricas apresentam altos teores de Ca, Mg e bicarbonatos (águas duras) e pH alcalino (entre 7,2 e 8,5). A interação desse tipo de água com os fertilizantes pode causar diversos problemas, tais como a formação de precipitados no tanque de solução e o entupimento de filtros e de emissores. Em águas com altos teores de Ca e bicarbonatos, o uso de fertilizantes contendo sulfato causa a precipitação de sulfato de cálcio (CaSO_4) e a obstrução de filtros e emissores. O uso de ureia induz a precipitação de carbonato de cálcio (CaCO_3). O maior problema ocorre com a aplicação de P, pois as altas concentrações de Ca e Mg e o pH elevado levam à precipitação de fosfato de Ca ou de Mg. Nesse caso, recomenda-se o uso de fontes de P ácidas, como o ácido fosfórico ou o fosfato monoamônico (MAP) (Imas, 2007).

No caso de obstrução de emissores por precipitação de bicarbonatos, podem ser utilizados fertilizantes ácidos (ácido fosfórico, ácido nítrico, ácido sulfúrico ou ácido clorídrico) para corrigir o problema. No entanto, como os fertilizantes ácidos podem causar corrosão em componentes metálicos do sistema de irrigação, convém manter-se atento em relação a essa possibilidade. Depois de o fertilizante ácido ter sido aplicado, os componentes do sistema de irrigação e de fertirrigação devem ser cuidadosamente lavados.

Resposta do coqueiro à fertirrigação

Os estudos realizados no Brasil sobre a fertirrigação do coqueiro tiveram por objetivo determinar a resposta da cultura à aplicação de diferentes doses N e K e os níveis críticos desses nutrientes nas folhas. Em todos esses estudos, as irrigações foram realizadas por microaspersão, com frequência diária, e as fertirrigações foram realizadas uma vez por semana, aplicando-se N na forma de ureia e K na forma de cloreto de potássio.

Em um plantio de coqueiro-anão-verde com 4 a 5 anos de idade, em solo de textura arenosa (Argissolo Amarelo) de Neópolis, SE, Sobral e Nogueira (2008) obtiveram a produtividade máxima de 190 frutos por planta por ano, aplicando-se doses de 1.716 g por planta por ano de N e 1.892 g por planta por ano de K_2O . A aplicação de N na forma de ureia, via fertirrigação, reduziu o pH e os teores de cálcio e magnésio no solo. Os níveis críticos de N e K observados na folha 14 foram de 20,5 g kg^{-1} e 9,4 g kg^{-1} , respectivamente.

Em experimento realizado em um solo arenoso (Neossolo Quartzarênico) de Parnamirim, RN, com plantas de coqueiro-anão-verde, Silva et al. (2009) obtiveram produtividade máxima de 155 frutos por planta por ano, no quinto ano de cultivo, aplicando-se doses de 1.440 g por planta por ano de N e 1.550 g por planta por ano de K_2O em fertirrigação. No mesmo plantio, entre o 6º e o 7º ano de cultivo, Ferreira Neto (2005) obteve produtividade máxima

de 238 frutos por planta por ano, aplicando doses de 2.350 g por planta por ano de N e de 2.900 g por planta por ano de K_2O . Nesse estudo, também foram observadas reduções no pH e nos teores de Ca e Mg no solo, com o aumento das doses de ureia, aplicadas via fertirrigação. Ainda no mesmo experimento, Ferreira Neto et al. (2007) observaram que as doses de N e de K aplicadas via fertirrigação não afetaram o peso médio dos frutos verdes do coqueiro-anão. O aumento da dose de N causou elevação do número de frutos por planta, porém diminuiu o volume e o teor de sólidos solúveis (°Brix) da água de coco. O aumento das doses de potássio reduziu a salinidade da água de coco e aumentou o seu teor de sólidos solúveis.

Miranda et al. (2008) obtiveram produtividades médias de 254 e 261 frutos por planta por ano, em plantas de coqueiro-anão com 5 e 6 anos de idade, respectivamente, cultivadas em solo arenoso (Neossolo Quartzarênico) de Paraipaba, CE, e fertirrigadas com 2.000 g por planta por ano de N e 3.300 g por planta por ano de K_2O .

Exemplo do cálculo de soluções fertilizantes

A seguir são apresentados os cálculos utilizados para determinar as quantidades de fertilizantes contendo N e K e o volume de solução a ser aplicada via fertirrigação para um cultivo hipotético de coqueiro-anão-verde em produção, com produtividade média de 250 frutos por planta por ano:

- Número de plantas por setor de irrigação: 500 plantas.
- Frequência das fertirrigações: semanal (52 aplicações por ano).
- Doses de nutrientes recomendadas para o cultivo (com base em análises do solo e foliar):
 - Nitrogênio: 1.900 g por planta por ano de N.
 - Potássio: 2.200 g por planta por ano de K_2O .
- Fontes de nutrientes: ureia (45% de N), nitrato de potássio (13% N; 46% K_2O) e cloreto de potássio (60% K_2O).

O N será aplicado 90% na forma de ureia e 10% na forma de nitrato de potássio. A dose de K recomendada será completada com cloreto de potássio.

Cálculos das quantidades de fertilizantes a serem aplicadas por setor de irrigação

- Quantidade de ureia por planta por ano:

$$N\text{-ureia} = (1.900 \text{ g} \times 0,9)/0,45 = 3.800 \text{ g}$$
 por planta por ano de ureia.
- Quantidade de ureia por aplicação por setor:

$$N\text{-ureia} = (3.800 \text{ g por } 52 \text{ semanas}) \times 500 \text{ plantas} = 36.540 \text{ g de ureia por setor por aplicação.}$$

Quantidade de nitrato de potássio por planta por ano:

$$N\text{-nitrato} = (1.900 \times 0,1)/0,13 = 1.462 \text{ g por planta de } KNO_3 \text{ por ano.}$$

- Quantidade de nitrato de potássio por aplicação por setor:

$$N\text{-nitrato} = (1.462 \text{ g por } 52 \text{ semanas}) \times 500 \text{ plantas} = 14.050 \text{ g de } KNO_3 \text{ por setor por aplicação.}$$
- Quantidade de K_2O aplicada por meio do nitrato de potássio:

$$K\text{-nitrato} = 1.462 \text{ g} \times 0,46 = 672 \text{ g por planta por ano de } K_2O$$
- Quantidade de cloreto de potássio por planta por ano:

$$K\text{-KCl} = (2.200 \text{ g} - 672 \text{ g})/0,60 = 2.547 \text{ g por planta por ano de KCl.}$$
- Quantidade de cloreto de potássio por aplicação por setor:

$$K\text{-KCl} = (2.547 \text{ g por } 52 \text{ semanas}) \times 500 \text{ plantas/setor} = 24.490 \text{ g de KCl por setor por aplicação.}$$

Cálculo do volume de água para solubilização dos fertilizantes

Para a dissolução dos fertilizantes será utilizada a seguinte equação:

$$\text{Vol. de água} = (\text{adubo}/C) - (\text{adubo}/d)$$

em que: C é a concentração do fertilizante na solução e d é a densidade do fertilizante (Tabela 1).

- Volume de água para a dissolução da ureia:

$$V = (36,54 \text{ kg}/0,1) - (36,54 \text{ kg}/1,37 \text{ kg L}^{-1}) = 339 \text{ L}$$

- Volume de água para a dissolução do KNO_3 :

$$V = (14,05 \text{ kg}/0,1) - (14,05 \text{ kg}/2,11 \text{ kg L}^{-1}) = 134 \text{ L}$$

- Volume de água para a dissolução do KCl:

$$V = (24,49 \text{ kg}/0,1) - (24,49 \text{ kg}/1,984 \text{ kg L}^{-1}) = 233 \text{ L}$$

- Volume total de solução fertilizante a ser aplicada em cada setor de irrigação (500 plantas):

$$V = 339 + 134 + 233 = 706 \text{ L}$$

Ou seja, em cada fertirrigação serão aplicados 36,5 kg de ureia, 14,0 kg de nitrato de potássio e 24,5 kg de cloreto de potássio, por setor de irrigação. Como os fertilizantes são compatíveis entre si, pode-se utilizar um tanque de solução, no qual os fertilizantes serão solubilizados em 706 L de água.

Algumas recomendações importantes para a preparação de soluções fertilizantes sugeridas por Medeiros et al. (2011):

- Encher o tanque com 50% a 75% da quantidade de água necessária à dissolução dos fertilizantes sólidos.
- Adicionar primeiro os fertilizantes líquidos à água no tanque, e só depois adicionar os fertilizantes sólidos.
- Adicionar os fertilizantes sólidos lentamente e com agitação para prevenir a

formação de partículas de solubilização mais lenta.

- Sempre adicionar o ácido à água, e não o contrário.
- Não misturar soluções de fertilizantes concentradas diretamente com outra solução também concentrada.
- Não misturar, no mesmo tanque, fertilizantes contendo Ca (como nitrato de cálcio) com sulfatos e fosfatos.
- Sempre conferir as informações sobre solubilidade e compatibilidade dos fertilizantes utilizados.
- Não misturar fertilizantes contendo fósforo com outro fertilizante que contenha cálcio ou magnésio, sem, antes, fazer um teste.
- O uso de dois tanques de solução permite separar fertilizantes que podem interagir causando precipitação, colocando-se, em um tanque, os adubos contendo Ca, Mg e micronutrientes e, no outro, tanque os adubos contendo P e sulfato.
- Altos teores de Ca e/ou Mg na água podem combinar com o fosfato e formar substâncias de baixa solubilidade.
- Não misturar hipoclorito de sódio ou de cálcio com fertilizantes contendo N. Pode haver formação de cloroamina, que é tóxico.
- Não misturar ácido fosfórico com sulfato de ferro, sulfato de zinco, sulfato de cobre e sulfato de manganês.

- Não misturar sulfato de amônio com cloreto de potássio. Haverá formação de sulfato de potássio, que é de mais baixa solubilidade que os dois fertilizantes misturados.

Referências

- ALARCÓN, A. L. Fertilizantes para fertirrigación: tablas prácticas orientativas. In: NAMESNY, A. **Melones**. Barcelona: Ediciones de Horticultura, 1997. p. 201-213.
- BASSOI, L. H.; BRAGA, M. B.; CALGARO, M.; SIMÕES, W. L.; PINTO, J. M. Irrigação e fertirrigação. In: LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **Cultivo da videira**. 2. ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Embrapa Semiárido. Sistema de Produção, 1). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira_2ed/irrigacao.html>. Acesso em: 22 jun. 2015.
- BORGES, A. L.; SILVA, D. J. Fertilizantes para fertirrigação. In: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 253-264.
- FERREIRA NETO, M. **Doses de N e K aplicadas via fertirrigação na cultura do coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L.)**. 2005. 119 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, J. S.; FOLEGATTI, M. V.; GHEYI, H. R.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F. Qualidade do fruto do coqueiro anão verde em função de nitrogênio e potássio na fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 453-458, 2007.
- HOLANDA, J. S.; FERREIRA NETO, M.; SILVA, R. A.; CHAGAS, M. C. M.; SOBRAL, L. F.; GHEYI, H. R. **Tecnologia para a produção intensiva de coco anão verde**. Natal: Emparn, 2007. 40 p. (EMPARN. Boletim de Pesquisa, 34).
- IMAS, P. Fertigation overview: principles and management. In: NATIONAL SEMINAR ON “FERTIGATION IN SUGARCANE”, 2007, Pune, India. **Optimizing crop nutrition**. Disponível em: <http://www.ipipotash.org/udocs/Recent_techniques_in_fertigation-sugarcane_seminar_2007.pdf>. Acesso em: 11 maio 2015.
- MEDEIROS, J. F.; SOUSA, V. F.; MAIA, C. E.; COELHO, E. F.; MAROUELLI, W. A. Determinação e preparo da solução de fertilizantes para fertirrigação. In: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 265-288.
- MIRANDA, F. R.; LIMA, R. N.; FREITAS, J. A. D.; LIMA, R. N.; MAIA, A. H. N.; SANTANA, M. G. S. **Comportamento reprodutivo e qualidade da água dos frutos do coqueiro-anão irrigado no Vale do Curu, Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 28 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 32).
- NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q.; MIRANDA, F. R. Irrigação do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1998. p. 159-187.
- SILVA, R. A.; CAVALCANTE, L. F.; HOLANDA, J. S.; PAES, R. A.; MADALENA, J. A. S. Crescimento e produção do coqueiro anão verde fertirrigado com nitrogênio e potássio. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 161-167, 2009.
- SOBRAL, L. F.; NOGUEIRA, L. C. Influência de nitrogênio e potássio, via fertirrigação, em atributos do solo, níveis críticos foliares e produção do coqueiro-anão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1675-1682, 2008.
- VILLAS BOAS, R. L.; BULL, L. T.; FERNANDES, D. M. Fertilizantes em fertirrigação. In: FOLEGATTI, M. V. **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 293-353.

PARTE 5

Fitossanidade



Capítulo 1

Insetos-praga

Joana Maria Santos Ferreira

Miguel Ferreira de Lima

Dalva Luiz de Queiroz Santana

Adenir Vieira Teodoro

José Inácio Lacerda Moura

Lindáurea Alves de Souza

Introdução

A incidência de pragas nos coqueirais do Brasil é um problema que restringe sua exploração, respondendo, de maneira significativa, pelo depauperamento geral da cultura e também pela baixa produtividade registrada nas zonas mais representativas e tradicionais de cultivo. Várias espécies de insetos são relatadas atacando o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) nas diversas regiões produtoras de coco do mundo (Lepesme, 1947; Nirula, 1955; List..., 1964; Kurian et al., 1979), cuja ação nociva pode ser observada desde a fase em que a planta está no viveiro até ao longo de toda a sua fase adulta. Entre os danos mais comuns, são citados os seguintes: a) perda ocorrida na plantação logo após o transplântio da muda para o campo; b) retardamento no desenvolvimento vegetativo e na precocidade da planta jovem; c) redução, atraso e depreciação da produção; d) perda de rendimento causada pela redução do tamanho do fruto e/ou por sua deformação; e e) morte da planta. As coleobrocas *Rhinostomus barbirostris*, *Rhynchophorus palmarum*, *Homalinotus coriaceus* e *Amerrhinus ynca*, além da lagarta-desfolhadora *Brassolis*

sophorae, são as espécies que ocorrem com maior frequência em território nacional e, por isso, são consideradas as mais prejudiciais à cultura do coqueiro. Convém também mencionar outras espécies, tais como: lagartas-desfolhadoras (*Synale hilaspis* e *Automeris* sp.), traça-das-flores-e-frutos-novos (*Atheloca subrufella*), falsas-baratas (*Coraliomela brunnea* e *Mecistomela marginata*) e broca-do-bulbo (*Strategus aloes*), cuja infestação, a depender da intensidade do ataque, pode causar sérios prejuízos à cultura.

A ocorrência dessas pragas na plantação pode variar de importância de região para região, dependendo das condições climáticas, da composição da flora associada e das técnicas de manejo adotadas. Grande parte dos coqueirais brasileiros é cultivada por pequenos produtores, que não têm acesso a tecnologias e a recursos financeiros. Dessa forma, praticamente não há investimentos no manejo das pragas, o que tem contribuído para a ocorrência de grandes perdas, de baixo rendimento e da consequente decadência dos coqueirais. Por sua vez, nos grandes plantios, essas limitações não existem. O impacto das pragas está relacionado principalmente ao aumento do custo de produção, dos riscos de contaminação, do desequilíbrio ecológico e da intoxicação dos operários e animais, causada pelo uso indiscriminado de produtos químicos na proteção do capital investido.

Neste capítulo, os insetos-praga do coqueiro serão apresentados por ordem, segundo sua classificação taxonômica, e descritos de maneira simples e prática. O

texto será todo ilustrado por fotografias, para ajudar a identificar essas espécies e respectivos danos. Para cada praga, serão abordados itens que tratam: a) da sua distribuição geográfica; b) das principais plantas hospedeiras; c) da sua biologia, do seu comportamento e da natureza do dano; e d) dos principais métodos de controle.

Nas medidas químicas de controle apresentadas, vale ressaltar que muitos dos produtos mencionados, embora testados e considerados eficientes, não têm registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para uso na cultura do coqueiro. Atualmente, são encontrados apenas cinco inseticidas/acaricidas registrados para o controle de uma mesma espécie-praga e um inseticida fisiológico para o controle de uma segunda espécie-praga, entre as 24 espécies catalogadas para essa palmácea. Medidas paliativas, alternativas e menos agressivas são também citadas no intuito de reduzir a dependência desses produtos no manejo fitossanitário da cultura.

Ordem Coleoptera

Broca-do-pecíolo ou broca-da-raque-foliar

Amerrhinus ynca Sahlberg, 1823
(Coleoptera: Curculionidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto (Figura 1) é um besouro que mede aproximadamente 20 mm de comprimento (variando entre 14 mm e 22 mm). Tem coloração geral amarelada, com pontos pretos

brilhantes e salientes, espalhados por todo o corpo, com maior incidência no pronoto e na parte anterior dos élitros. Apresenta ainda manchas escuras e irregulares no corpo, nas pernas e no rostro. Essas manchas são formadas pela variação na quantidade de escamas amareladas que recobrem os élitros pretos. Nos pequenos pontos pretos, não há escamas, apenas um pelo (espícula) lateral, preto e rígido. As pernas apresentam, além das escamas, pelos esparsos, que se adensam nos tarsos. As tíbias do primeiro par de pernas são mais largas e maiores. As antenas têm a forma de um cotovelo com escapo longo e encaixam-se em sulcos longitudinais na base do rostro. O tamanho do rostro varia de 4 mm a 6 mm. A parte terminal dos élitros possui um afilamento abrupto, com aspecto de amassado, recobrindo todo o abdômen. As escamas do último segmento do abdômen são mais finas, assemelhando-se a pelos (Bondar, 1940). O adulto é de hábito diurno e ocorre com maior frequência no período do verão. Segundo observações feitas por Moura (1993), em coqueiro-anão-verde, no Sul da Bahia, os adultos emergem das pupas,



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 1. Adulto de *Amerrhinus ynca*.

copulam e alimentam-se entre os meses de agosto e fevereiro, preferindo, para a oviposição, as folhas de nº 11 e nº 12. A fêmea, ao ovipositar, perfura a raque foliar com o rostró, para depositar os ovos, geralmente em grupos de três ou quatro, o que ocorre em vários pontos da raque.

A larva desenvolve-se dentro da raque foliar, atinge no último estágio cerca de 25 mm a 27 mm de comprimento e, ao completar seu desenvolvimento, transforma-se em pupa, permanecendo nessa fase por cerca de 20 dias (Bondar, 1940). Por fim, transforma-se em adulto ainda dentro da galeria. Segundo Costa et al. (1980), o ciclo evolutivo completa-se entre 6 e 8 meses.

Plantas hospedeiras

Carnaúba (*Copernicia cerifera*), coqueiro (*Cocos nucifera*), dendezeiro (*Elaeis guineenses*), licurizeiro (*Syagrus coronata*), macaubeira (*Platymixium dukei*) e palmeiras ornamentais (Silva et al., 1968). No Estado da Bahia, no raque do patizeiro (*Syagrus botryophora*).

Distribuição geográfica

Foi observado em Alagoas, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Pará, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo (Silva et al., 1968), Sergipe (Lima; Santana, 1991) e Mato Grosso (Molin; Barreto, 2012).

Natureza do dano

A larva de *A. ynca* alimenta-se dos tecidos internos da raque foliar, fazendo galerias

longitudinais, que variam de 6 mm a 8 mm de diâmetro, por 30 cm a 40 cm de comprimento (Figura 2). Ao penetrar na raque, a pequena larva expela as fezes através do orifício de entrada. Essas fezes, junto com a seiva exsudada pela planta, formam uma massa pastosa, que fica presa e pendurada na raque da folha, sintoma característico do ataque da praga. Ao se desenvolver no interior da raque, provoca amarelecimento nos folíolos e enfraquecimento das folhas atacadas, predispondo-as à quebra e ao secamento. A galeria feita pela larva no interior da raque foliar pode se estender tanto em direção à base quanto à extremidade da folha. Em coqueiro jovem, provoca atraso no desenvolvimento da planta, retardando sua entrada em produção, e, em coqueiro safreiro, atraso e redução da produção. Ataques severos de *A. ynca* ocorrem com muita frequência na região compreendida entre o Sul da Bahia e o Sudeste do Brasil.



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 2. Larva de *Amerrihinus ynca* e galeria formada na raque foliar do coqueiro.

Medidas de controle

Recomenda-se que as folhas danificadas pelas larvas sejam imediatamente cortadas na base e destruídas, para que a praga não se propague pelo coqueiral (Ferreira, 1987). Moura (1993) avaliou a eficiência do controle cultural (poda das folhas) nas condições do Sul da Bahia, comprovando que, após um ano de controle, houve uma redução na população de *A. ynca* de aproximadamente 65%, quando a poda e a destruição das folhas atacadas foram feitas antes do período de emergência dos adultos (entre os meses de maio e julho). Em regiões onde ainda não existe essa definição de período, recomenda-se que o controle cultural/mecânico seja iniciado tão logo os primeiros sinais da praga sejam detectados na planta. Em caso de plantas com muitas folhas broqueadas, o ideal é fazer a poda de forma gradativa, ou seja, proporcional à emissão de folhas novas. Evita-se, dessa maneira, uma redução drástica da área foliar, com consequente redução e/ou retardamento da produção.

As plantas, em plantios severamente infestados, devem ser monitoradas regularmente, a fim de se evitar a disseminação e o estabelecimento da praga na plantação. E medidas químicas de controle devem ser adotadas quando 20% das plantas amostradas apresentarem sinais da praga (Ferreira et al., 2002b). A redução da população do adulto requer pelo menos duas pulverizações com produto de contato e ingestão, em aplicações dirigidas para a região dos cachos (inflorescência e cachos novos) e para a base interna das folhas, em

intervalo de 20 dias. A população larval, por se desenvolver no interior da raque, é mais difícil de ser atingida, principalmente em plantas de porte alto. Nas plantas mais baixas, o produto químico pode ser aplicado diretamente nos orifícios das larvas, adotando-se o seguinte procedimento: a) com o auxílio de um ferro de ponta fina, fazer um furo na raque, perto do local de postura, obedecendo ao sentido longitudinal dos vasos, até encontrar o orifício feito pela larva; b) injetar no orifício um produto químico com ação de contato e liberação de gases na concentração 0,1%; e c) fechar o orifício com um pedaço de sabão ou algodão.

Barata-do-coqueiro ou falsa-barata-do-coqueiro

Coraliomela brunnea (Thunberg, 1821) (Coleoptera: Chrysomelidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto é um coleóptero de coloração vermelha, com uma listra preta mediana no dorso do pronoto, élitros rugosos, segmentos abdominais pretos com ângulos vermelhos, antenas pretas e pernas de coloração vermelha e preta (Figura 3). O tamanho médio do macho é de 23 mm de comprimento e 10 mm de largura, e o da fêmea é de 25 mm de comprimento e 11 mm de largura. Tem hábito diurno e alimenta-se do parênquima foliar, traçando uma linha reta no sentido paralelo à nervura central dos folíolos que, com a ação do vento, se partem em tiras. Sua capacidade de voo é

reduzida, podendo ser capturado manualmente, com bastante facilidade, mesmo quando estiver se acasalando. Ao ser capturado, libera um líquido amarelo-ouro pelo aparelho bucal. A fêmea coloca os ovos individualmente, sobre a face superior e/ou inferior dos folíolos das folhas mais novas, os quais são cobertos por uma fina camada de muco, que os adere à epiderme. O ovo, inicialmente marrom, torna-se esbranquiçado-lustroso à medida que a eclosão da larva se aproxima. É de formato oval, convexo, medindo aproximadamente 7 mm de comprimento e 3 mm a 3,5 mm de largura (Ferreira; Morin, 1986).

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 3. Adulto de *Coraliomela brunnea*.

A larva é achatada e convexa no dorso, tem coloração parda e corpo com 11 segmentos, dos quais o primeiro e o último são mais desenvolvidos (Figura 4A). Possui três pares de pernas curtas e fortes nos três primeiros segmentos, com as quais caminha lentamente, lembrando o aspecto de uma lesma. Depois da eclosão, rompe a extremidade da película esbranquiçada do ovo que a envolve e migra para a folha

central da planta (flecha), instalando-se entre os folíolos ainda fechados. À medida que a flecha se desenvolve, a larva continua num sentido descendente, em busca de alimento nos tecidos mais tenros. Assim, ao se abrir a folha, os folíolos perfurados serão percebidos. A larva completa seu desenvolvimento na mesma planta. A presença da larva é facilmente detectada, seja pela presença das folhas perfuradas que vão se abrindo, seja pela grande quantidade de dejetos (pequenos fragmentos de 2 mm a 3 mm de comprimento, cor de palha seca, acumulados na folha central). A larva, no último estágio, mede aproximadamente 30 mm de comprimento. Para, então, de se alimentar e libera uma secreção com a qual se fixa, pela extremidade do abdômen, ao pecíolo de uma das folhas mais velhas, permanecendo em repouso até se transformar em pupa. A pupa é de coloração marrom e permanece de cabeça para baixo até a saída do adulto (Figura 4B) (Ferreira; Morin, 1986).

O ciclo evolutivo de *C. brunnea*, de ovo a ovo, tem duração média de 264 dias. Apresenta os seguintes dados médios: incubação do ovo: 19 dias; período larval: 180 dias; período pré-pupal: 11 dias; período pupal: 20 dias; e período de pré-oviposição: 34 dias (Ferreira; Morin, 1986).

Há outra espécie da família Chrysomelidae, *Mecistomela marginata* Thunb., que provoca, em coqueiros jovens, danos semelhantes aos de *C. brunnea*. O adulto é um besouro de coloração preta, com as bordas dos élitros e o pronoto amarelo-castanho, antenas pretas, pernas com fêmur amarelo-castanho e as demais partes pretas

Fotos: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 4. Larva (A) e pupa (B) de *Coraliomela Brunnea*.

(Figura 5). Em geral, é um pouco maior do que o de *C. brunnea*, medindo até 34 mm de comprimento. Em ambas as espécies, as larvas assemelham-se e apresentam o mesmo comportamento e hábito alimentar.

Foto: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo



Figura 5. Adultos de *Mecistomela marginata*.

Plantas hospedeiras

Jeriva (*Syagrus romanzoffiana*), aricuriroba (*S. schizophylla*), licuri (*S. coronata*), ariri (*S. vagans*), coqueiro (*Cocos nucifera*), buri (*Polyandrococos caudenses*) e coco-da-praia (*Allagoptera arenaria*) (Lepesme, 1947).

Distribuição geográfica

Brasil, Paraguai e Argentina (Lepesme, 1947). No Brasil, ocorre nos seguintes estados: Amazonas, Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Sergipe e São Paulo (Silva et al., 1968). A espécie *M. marginata* somente ocorre nas plantações de coqueiro localizadas no Sul da Bahia, no Espírito Santo, em Mato Grosso e no Rio de Janeiro.

Natureza do dano

A larva alimenta-se fazendo perfurações nos folíolos (Figura 6), reduzindo, assim, a área foliar da planta jovem e provocando atraso no desenvolvimento e na produção do coqueiro. A intensidade do dano está

diretamente relacionada ao tamanho e ao número de larvas na planta. No caso de severas infestações, as folhas centrais ficam inteiramente destruídas, o que pode resultar na morte da planta. No coqueiro adulto, não foram registrados casos graves de ataque dessa praga.

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 6. Danos da larva de *Coraliomela brunnea* na folha-flecha e demais folhas do coqueiro.

Medidas de controle

Fazer visitas regulares aos plantios novos de coqueiro, para planejar e adotar medidas de controle, tão logo seja precebida a presença de folhas perfuradas pela praga ou verificada a presença da forma adulta. No início da infestação, pode-se optar pela eliminação manual das larvas e dos adultos, por meio da catação manual, o que minimizará o ataque da praga. Se a opção for pelo uso de químicos, a pulverização deverá ser localizada e dirigida somente às plantas infestadas.

Em plantios severamente infestados, recomenda-se o uso de produtos químicos de contato. Na pulverização, o jato da solução deve ser dirigido para a folha central da planta, local onde as larvas se encontram,

obtendo-se, desse modo, maior eficiência do tratamento e preservação dos inimigos naturais de *C. brunnea* e de outras pragas potenciais. A depender da extensão do ataque, o tratamento deve ser feito em todo o plantio. Tratamentos com produtos de contato mostraram-se eficientes no controle da barata-do-coqueiro, reduzindo a população da praga em mais de 90%, com apenas uma pulverização (Ferreira; Morin, 1986). Eles não foram mencionados por não terem sido registrados no Mapa para controle dessas espécies e para a cultura do coqueiro. Embora os adultos de *C. brunnea* possam ser vistos sobre as folhas do coqueiro, não se recomenda a pulverização da plantação com produtos químicos para sua eliminação; eles devem ser coletados manualmente. O tratamento químico deve sempre visar à redução da população de larvas.

Ferreira e Morin (1986) relatam importante parasitismo de ovos de *C. brunnea* por três microimenópteros da família Eulophidae, sendo uma espécie do gênero *Tetrastichus* e duas do gênero *Closterocerus*. Larvas e adultos são parasitados pelo fungo *Beauveria bassiana* (Ferreira et al., 2001b) (Figuras 7A e 7B).

Raspador-do-folíolo-do-coqueiro

Delocrania cossyphoides Guérin, 1844 (Coleoptera: Chrysomelidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto é um besouro pequeno que mede aproximadamente 7 mm a 8 mm

Fotos: Joana Maria Santos Ferreira

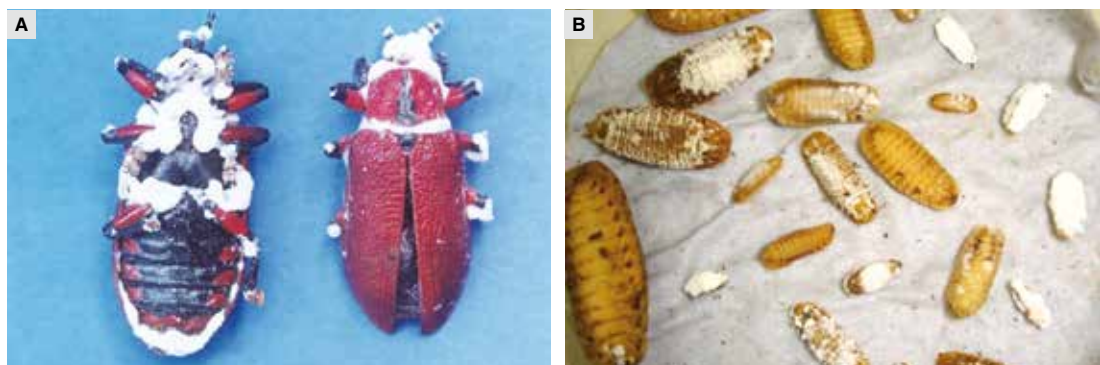


Figura 7. Adultos (A) e larvas (B) de *Coraliomela brunnea* parasitados pelo fungo *Beauveria bassiana*.

de comprimento. Corpo de cor ferrugínea, achatado ventralmente e com as margens do pronoto e dos élitros expandidas e achatadas, encobrindo as pernas (Figura 8). Se molestado, adere-se fortemente à epiderme dos folíolos. A fêmea deposita os ovos na face inferior dos folíolos das folhas mais novas. A larva é branco-amarelada, pouco transparente, achatada, com 12 pares de apófises laterais, como espinhos (Figura 9). Adultos, larvas e ovos são encontrados na face inferior dos folíolos.

Plantas hospedeiras

Licuri (*Syagrus coronata*), coqueiro (*Cocos nucifera*), piaçava (*Attalea funifera*) e buri (*Polyandrococos caudenses*) (Lepesme, 1947).

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 8. Adulto de *Delocrania cossyphoides*.



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 9. Larva de *Delocrania cossyphoides* em folíolo de coqueiro.

Distribuição geográfica

Ocorre na Bahia, em Alagoas, no Pará, no Ceará (Silva et al., 1968) e em Sergipe.

Natureza do dano

A ocorrência dessa praga é mais comum em coqueiro jovem; entretanto, no final da década de 1990, atingiu com severidade coqueiros safreiros no litoral norte da Bahia e em Sergipe. A larva e o adulto alimentam-se raspando a epiderme da face inferior dos folíolos, provocando o secamento da folha que, ao perder sua funcionalidade, adquire uma coloração marrom-avermelhada e prateada (Figura 9). O ataque de *D. cossyphoides* inicia na folha-flecha, ficando a planta totalmente infestada à

medida que a folha atacada envelhece, ou seja, à medida que vai se deslocando para as posições seguintes na formação da coroa foliar. A ação da praga na planta reduz a área foliar, o que interfere na fotossíntese e no metabolismo da planta, causando, na planta jovem, atraso no seu desenvolvimento, com consequente retardo do início de produção e, na planta safreira, redução da produção. Dependendo da densidade populacional da praga, tanto na planta jovem quanto na safreira, o dano pode evoluir para a morte da planta.

Medidas de controle

O comportamento e a distribuição da praga na planta não permitem adotar medidas mecânicas, culturais e físicas de controle, e não há relatos da ação de inimigos naturais regulando sua população. O uso de produtos químicos seria, no momento, a única possibilidade real de proteção da plantação, com as pulverizações contemplando apenas as plantas altamente infestadas e dirigidas para a face inferior dos folíolos das folhas mais novas. Entretanto, não há disponibilidade no mercado de produtos químicos registrados no Mapa para controle dessa praga.

Inseto-rodilha-do-coqueiro

Hemisphaerota tristis Boheman, 1850 (Coleoptera: Chrysomelidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto é um besouro pequeno de corpo arredondado, mais ou menos esférico,

medindo aproximadamente 3,9 mm de comprimento e 3,2 mm de largura, com pontuações sobre as asas e de coloração preta, com tonalidade azulada (Figura 10).



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 10. Adulto de *Hemisphaerota tristis*.

O adulto e a larva possuem peças bucais curtas, com as quais raspam as células epiteliais da face ventral dos folíolos ao se alimentarem. Nessa região, a fêmea realiza sua postura, depositando os ovos em pares, e cobrindo-os, em seguida, com os próprios excrementos. A larva, com a própria dejeção, forma uma espiral em forma de concha (Figura 11), que carrega consigo ao se locomover, e com a qual se abriga das intempéries e dos inimigos naturais. Mede em torno



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 11. Dano e espiral (rodilha) formada pela larva de *Hemisphaerota tristis*.

de 4,5 mm de comprimento por 2,5 mm de largura, tem cor branco-amarelada e o primeiro anel torácico mais largo, onde são observados dois chifres compridos e carnosos, com estigmas respiratórios no ápice, os quais servem para prender a concha ao corpo e para respirar (Bondar, 1940).

Plantas hospedeiras

Licurizeiro (*Syagrus coronata*), coqueiro (*Cocos nucifera*), piaçava (*Atallea funifera*) (Lepesme, 1947), dendezeiro (*Elaeis guineensis*) e outras palmeiras do gênero *Syagrus* (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

Bahia (Silva et al., 1968) e Sergipe.

Natureza do dano

O adulto e a larva, ao se alimentarem na epiderme dos folíolos, danificam as células epiteliais e provocam secamento nas folhas. Até o momento, os estragos causados pelo inseto-rodilha são de pouca ou quase nenhuma importância econômica para os plantios do Nordeste do Brasil. No entanto, no final da década de 1980, constatou-se a ocorrência de um severo ataque da praga em coqueiro safreiro, no Município de Quissamã, RJ, que atingiu grande parte da copa das plantas (Comunicação pessoal)¹.

Medidas de controle

Visitar regularmente os plantios novos, de forma a determinar o nível de infestação

da praga e a necessidade da adoção de medidas de controle. Não há registro da presença de insetos predadores, de parasitoides ou de microrganismos regulando a população dessa espécie, nem mesmo de produtos químicos eficientes. A densidade da população de *H. tristis* encontrada em novos plantios não tem exigido, até o momento, nenhuma ação de controle.

Vaquinha-do-fruto-do-coqueiro

Himatidium neivai Bondar, 1940
(Coleoptera: Chrysomelidae)

Descrição, biologia e comportamento

O inseto no estágio adulto mede aproximadamente 6 mm de comprimento e tem o corpo achatado dorsoventralmente. Apresenta cor vermelho-brilhante; cabeça parcialmente embutida no pronoto, base das antenas pretas e o restante de cor vermelha. A larva mede aproximadamente 7,5 mm de comprimento, tem cor branca e possui cabeça e pernas embutidas sob o corpo.

Plantas hospedeiras

Coqueiro (*Cocos nucifera*), dendezeiro (*Elaeis guineensis*), titara (*Desmoncus polycanthos*), pati (*Syagrus botryophora*), tucum (*Astrocaryum tucumoides*), areca-bambu (*Dypsis lutescens*), palmeira-licuala (*Licuala* sp.) e palmeira-de-leque (*Livistona* sp.) (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

Amazonas, Sul da Bahia e Pará (Silva et al., 1968).

¹ Comunicação pessoal do pesquisador aposentado Miguel Ferreira de Lima, da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em setembro de 1988.

Natureza do dano

De modo geral, o ataque de *H. neivai* ocorre em frutos já desenvolvidos, a partir do momento que os frutos se tocam uns nos outros, no cacho. A região de contato entre frutos, de pouca luz, favorece o desenvolvimento da população. Larvas e adultos, ao se alimentarem, raspam as células da epiderme, necrosando superficialmente os frutos nas proximidades das brácteas com formas sinuosas. O fruto atacado perde a cor natural uniforme e ganha coloração amarronzada, por causa da lignificação da epiderme. Não há relatos de perda de peso nem de deformação de fruto, decorrentes do ataque dessa praga; apenas perda de valor comercial, quando destinado ao mercado de água de coco in natura.

Medidas de controle

A adoção de medidas de controle poderá ser desnecessária se os frutos forem comercializados como coco-seco e destinados à

indústria ou ao uso doméstico. Entretanto, poderá requerer o uso de um inseticida com ação de contato e baixo poder residual, se a produção for comercializada como coco-verde e destinada ao mercado de água de coco in natura. A plantação deverá ser monitorada regularmente, e o tratamento deverá ser aplicado somente nas plantas infestadas, direcionando o jato da solução para a região dos cachos mais desenvolvidos. A dificuldade reside na indisponibilidade, no mercado, de produtos registrados no Mapa, para controle da praga.

Broca-do-pedúnculo-floral

Homalinotus coriaceus (Gyllenhal, 1836) (Coleoptera: Curculionidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto é um besouro de coloração preta, tendo pequenas escamas pardacentas no corpo, distribuídas irregularmente (Figura 12A). Mede entre 20 mm e 28 mm de comprimen-



Fotos: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo

Figura 12. Adulto de *Homalinotus coriaceus* (A) e dimorfismo sexual da espécie (B).

to e apresenta dimorfismo sexual pouco diferenciado, mas a fêmea é maior que o macho. Sarro (2002), estudando as dimensões corporais de *H. coriaceus* em três tipos de dieta e em adultos provenientes do campo, não verificou diferenças significativas entre machos e fêmeas. Entretanto, nas avaliações morfológicas, constatou diferenças na parte final e dorsal do abdômen. Na fêmea, observou que o último tergito abdominal é encoberto pelo penúltimo, enquanto, nos machos, o penúltimo tergito abdominal apresenta uma reentrância na borda posterior, deixando o último parcialmente exposto (Figura 12B). Esse inseto, que é de hábito noturno, passa o dia abrigado nas axilas foliares, protegido da luz. A fêmea faz postura individual no pedúnculo da inflorescência ainda fechada ou recém-aberta (local preferido de oviposição), através de pequenos furos feitos na espata que a protege. Em coqueiro jovem, a postura pode ocorrer antes da emissão das primeiras inflorescências e, nesse caso, o local escolhido é a bainha foliar, tanto na face interna quanto na externa.

O ovo tem coloração branca, formato oblongo, córion liso e lúcido, e mede,

em média, 3,5 mm de comprimento por 2,5 mm de largura (Fonseca, 1962).

A larva (Figura 13A) é do tipo curculioni-forme, ápoda, de coloração branco-amarelada, corpo recurvado, cabeça distinta, esclerotizada e de cor marrom-clara em todos os ínstares, e atinge de 4 cm a 5 cm de comprimento. Ao eclodir do ovo, a larva penetra nos tecidos laterais do pedúnculo floral e forma uma galeria em sentido descendente, até alcançar, no final de seu desenvolvimento, a base do pedúnculo – região entre o estipe da planta e a face interna da bainha foliar –, de onde retira tecidos fibrosos, prepara seu casulo e empupa. A pupa (Figura 13B) é do tipo exarada, de cor branco-amarelada, que vai escurecendo à medida que a emergência do adulto se aproxima, e mostra no corpo todos os futuros apêndices do adulto. A diferenciação sexual de *H. coriaceus* também pode ser vista na fase de pupa. Segundo Sarro (2002), as pupas que apresentarem, na extremidade final e ventral do abdômen, duas pontuações arredondadas e elevadas, dará origem às fêmeas da espécie; os machos não apresentam tal característica

Fotos: Joana Maria Santos Ferreira

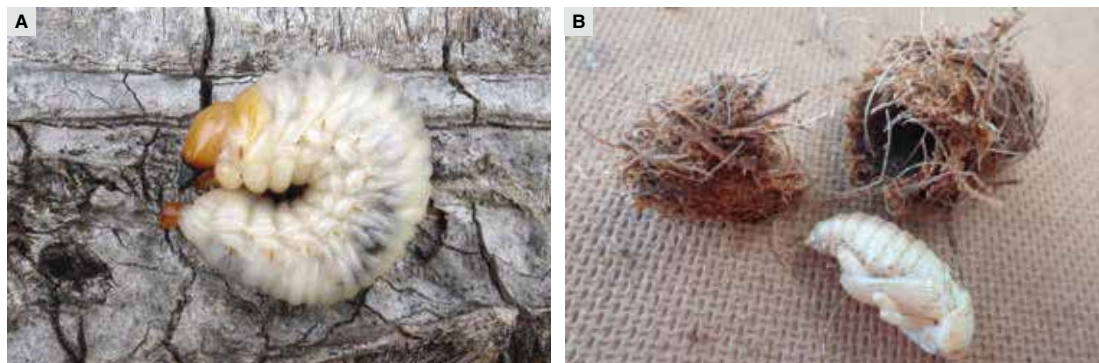


Figura 13. Larva (A) e pupa (B) de *Homalinotus coriaceus*.

(Figuras 14A e 14B). Acredita-se que, uma vez instalado na planta, *H. coriaceus* passa a produzir gerações contínuas na mesma planta, em virtude da pouca mobilidade dos adultos.

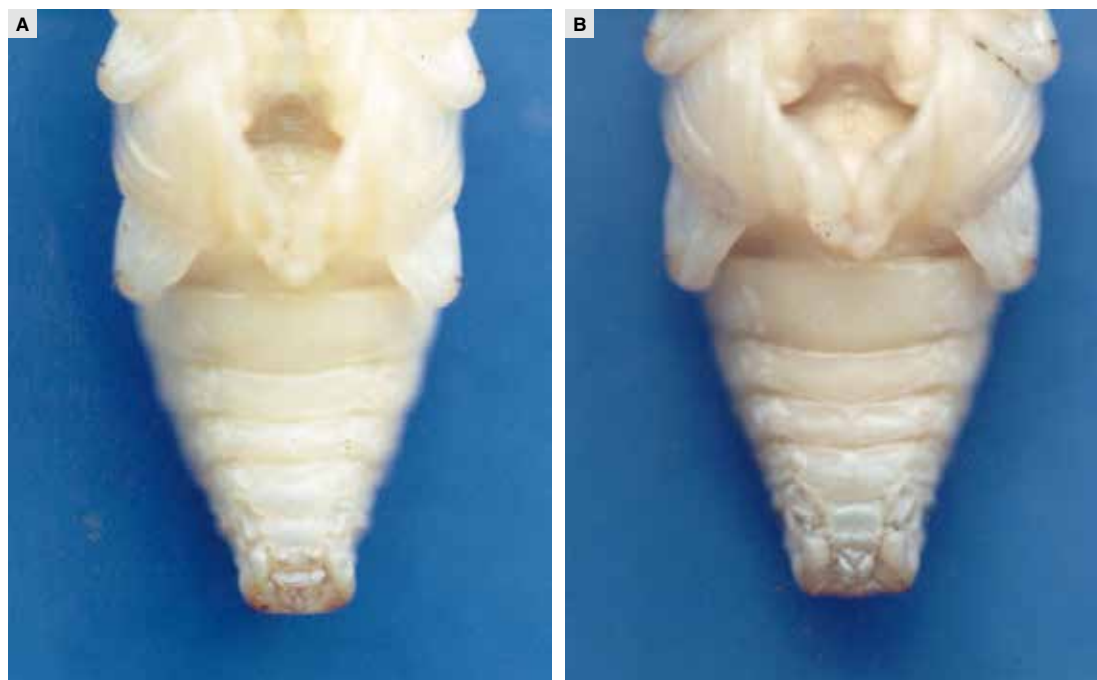
Ao final da fase larval, fibras são retiradas pela larva da superfície do estipe na região de inserção da folha e da base do pedúnculo, formando sulcos superficiais de até 8 cm de comprimento, que indicam a presença da praga e a severidade da infestação na planta (Figura 15). É comum encontrar duas ou três larvas por pedúnculo floral atacado.

Sarro et al. (2004, 2005), ao investigarem o desenvolvimento de *H. coriaceus* utilizando o mesocarpo de coco imaturo (casca fibrosa) como dieta, obtiveram, em média, os se-



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 15. Sulcos deixados por *Homalinotus coriaceus* no estipe do coqueiro.



Fotos: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo

Figura 14. Dimorfismo sexual observado em pupas de *Homalinotus coriaceus*: fêmea (A) e macho (B).

guintes dados biológicos: período de incubação: 6 a 14 dias; período larval: 144 dias; número de ínstaes: 5 a 7; período pupal: 31 dias; longevidade do adulto: variou de 303 a 695 dias para as fêmeas e de 246 a 635 dias para os machos, sendo o período de ovo a adulto determinado em 181,9 e 188,5, e o de ovo até a morte do adulto de 582,2 a 649,6 para machos e fêmeas, respectivamente; e proporção fêmea:macho: 1:1,27. Posteriormente, Duarte (2006) estudou o comportamento reprodutivo e de oviposição em laboratório, tendo obtido os seguintes resultados: período de pré-oviposição para fêmeas já acasaladas: 20 a 40 dias; tempo médio para a primeira postura: 20 a 30 dias; período médio de oviposição: 219,9 dias; e número médio de ovos por fêmea: 20,5 com taxa de eclosão de 74,7%. Considera-se que o comportamento reprodutivo dessa espécie não segue um padrão. Apesar de viver na planta por muito tempo, é uma espécie que não consegue se multiplicar na plantação de forma exponencial, em virtude, principalmente, da sua baixa fecundidade e da lentidão das atividades biológicas, a exemplo da tardia maturidade sexual, somente alcançada após 20 dias da emergência, e dos longos e variados intervalos de postura.

Plantas hospedeiras

Licuri (*Syagrus coronata*), buri (*Polyandrococos caudenses*), piaçava (*Attalea funifera*), piaçabuçu (*A. piassabossu*), pindoba (*A. burretiana*), catolé (*A. compta*) e coqueiro (*Cocos nucifera*) (Lepesme, 1947).

Distribuição geográfica

Espécie encontrada no Brasil e na Argentina (Lepesme, 1947). No Brasil, sua ocorrência foi registrada nos seguintes estados: Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Sergipe, São Paulo (Silva et al., 1968) e Mato Grosso (Molin; Barreto, 2012).

Natureza do dano

A larva é a forma mais nociva da praga, pois, ao se alimentar dos vasos liberiano-lenhosos do pedúnculo floral (Figura 16), intercepta a passagem da seiva, o que se reflete na queda dos frutos ao longo de seu desenvolvimento; ademais, ao danificar a base do pedúnculo, deixa o cacho vulnerável à queda, sendo responsável pela perda total dos frutos do cacho atacado. O adulto alimenta-se na inflorescência recém-aberta, perfurando com seu rostro o botão floral feminino, o que ocasiona o abortamento das flores femininas e dos frutos novos. Considera-se que os danos causados pelas



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 16. Dano de *Homalinotus coriaceus* no pedúnculo floral do coqueiro.

larvas e adultos de *H. coriaceus* na plantação de coqueiro apresentem reflexo direto na sua produção.

Medidas de controle

Visitar regularmente a plantação a partir da primeira floração, para observar a presença de sulcos superficiais nos 50 cm do estipe, logo abaixo da coroa foliar da planta; e adotar medidas de controle cultural e mecânico quando forem encontradas plantas com sinais da praga. Recomenda-se a limpeza da coroa foliar da planta durante a operação de colheita, quando folhas e cachos secos deverão ser removidos da planta e destruídos para a eliminação de larvas, pupas e adultos recém-emergidos, presentes nesses resíduos orgânicos. Quando possível, realizar a coleta manual dos adultos encontrados nas axilas das folhas intermediárias da planta (entre as folhas de nº 8 e nº 12) e principalmente na folha nº 10, a da inflorescência aberta. No tratamento químico, é preciso pulverizar apenas as plantas atacadas, em intervalos trimestrais, de preferência com inseticida de contato, utilizando 3 L a 5 L de solução por planta, e dirigindo o jato para a região das inflorescências abertas e das axilas foliares dos cachos novos (Ferreira et al., 2002a).

De acordo com Santana e Lima (1993), a utilização de produtos químicos à base de malationa com 5 g do i.a. por 10 L de água ou parationa metílica com 12 g do i.a. por 10 L de água, em aplicações dirigidas à região dos cachos e à inserção foliar da planta, reduziu a população adulta em 94,3%

e 81,2%, respectivamente, e a população larval em 60%. O produto malationa, quando aplicado em intervalos de 3 meses, foi o tratamento mais eficiente e econômico no controle da praga. Entretanto, esses produtos não possuem registro no Mapa para uso na cultura do coqueiro.

Adultos da broca-do-pedúnculo-floral foram encontrados infectados pelo fungo *B. bassiana* nos municípios de Ilha das Flores, SE, e Quissamã, RJ (Figura 17). Bioensaios realizados na Embrapa Tabuleiros Costeiros indicaram que o isolado de Sergipe, denominado BbBr057/CPATC, requer uma concentração mínima de 10^9 conídios por mL para causar infecção na praga. A taxa de infecção obtida sobre os adultos, nessa concentração, foi de 87%, dos quais 71% entre o 5º e o 11º dia após a exposição ao patógeno. Para estudar o parasitismo no campo, os adultos foram coletados, marcados, devolvidos à planta, tratados, recapturados depois de 24 horas e acompanhados em laboratório por 20 dias. Dos 81% de adultos recapturados, 73,4% sofreram ação do patógeno,

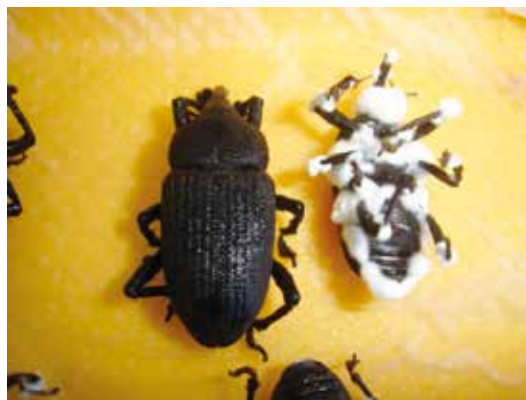


Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 17. Adulto de *Homalinotus coriaceus* parasitado pelo fungo *Beauveria bassiana*.

o que indica seu potencial no controle de *H. coriaceus*. (Ferreira et al., 2000; Araujo et al., 2005).

Gorgulho-dos-frutos-e-flores

Parisoschoenus obesulus Casey, 1922 (Coleoptera: Curculionidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto é um pequeno gorgulho de cor castanho-clara avermelhada a castanho-escura ou preta, com o protórax frequentemente mais claro do que o resto do corpo, medindo cerca de 2,5 mm de comprimento. Possui o corpo coberto por uma camada de pelos marrom-dourados, com exceção do dorso do protórax. Na metade apical dos élitros, há desenhos de tonalidade variável, formados pela presença de pequenas escamas avermelhadas. Na sutura e na base dos élitros, há escamas esbranquiçadas, que formam um desenho em forma de “T”, entre as escamas avermelhadas. Os élitros são truncados no ápice, deixando o pigídio exposto, e o rostro (bico) é fino e longo. O macho distingue-se da fêmea por possuir no prosterno um par de chifres voltados para a frente, cuja cor varia, dependendo da tonalidade do corpo. A larva, de coloração branco-leitosa, desenvolve-se normalmente embaixo das brácteas dos frutos e flores e, em alguns casos, nas bainhas foliares e pedúnculos florais. No último ínstar, sai dos frutos ou flores, caminha rapidamente entre as bainhas foliares e projeta-se no chão, onde completará a metamorfose. Não raro, protege-se entre as brácteas dos frutos,

completando ali mesmo seu desenvolvimento, o que leva em média de 20 a 25 dias (Bondar, 1940).

Plantas hospedeiras

Coqueiro (*Cocos nucifera*), piaçava (*Attalea funifera*), dendezeiro (*Elaeis guineensis*) (Silva et al., 1968) e licurizeiro (*Syagrus coronata*) (Bondar, 1940).

Distribuição geográfica

Bahia, Sergipe (Silva et al., 1968) e Pernambuco (Bondar, 1940).

Natureza do dano

Observações realizadas em campo têm sugerido que o adulto de *P. obesulus* ataca somente frutos em processo de abortamento (Moura; Vilela, 1998; Moura et al., 2009), que são encontrados tanto na inflorescência quanto caídos no chão ou nas bainhas foliares. O fruto, ao entrar no estágio pré-abortivo, adquire uma coloração marrom e, com o passar do tempo, vai se desprendendo do ramo floral, até cair no chão. Segundo esses autores, a oviposição no cálice do fruto somente é possível quando o espaço entre a base das sépalas e o ramo floral permite a passagem do adulto. É também bastante comum encontrar o adulto de *P. obesulus* em fruto já comprometido – por exemplo, com rachadura longitudinal decorrente de problemas fisiológicos, com doenças e/ou atacado por ácaros ou por outros insetos, como a *Hyalospila ptychis* (Moura et al., 2009) –, atraído pelos odores emanados dessas estruturas danificadas e doentes.

Diante de todas essas circunstâncias, os autores consideraram, ao final do estudo, o gorgulho (*P. obesulus*) apenas como um inseto oportunista na frutificação do coqueiro, embora ele seja considerado uma das principais pragas do coqueiro no Submédio do Vale do São Francisco, e Bondar o tenha citado, em 1940, como nocivo à frutificação do coqueiro no Estado da Bahia.

Medidas de controle

Moura et al. (2009) mostraram ser desnecessário o controle de *P. obesulus* com inseticidas em inflorescência de coqueiro, baseados nos estudos realizados na região produtora de Una, BA, visto que a oviposição do besouro ocorreu apenas em frutos abortivos, ou seja, frutos sadios expostos ao besouro não foram selecionados para postura.

Broca-do-estipe-do-coqueiro, broca-do-tronco-do-coqueiro

Rhinostomus barbirostris Fabricius, 1775 (Coleoptera: Curculionidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto é um besouro de cor preta e de tamanho variado, podendo atingir 5,3 cm de comprimento (Figura 18). Durante o dia, permanece abrigado nas axilas das folhas mais baixas e, à noite, entre 20h30 e 2h da manhã – período de maior atividade dos adultos –, caminha sobre o estipe (tronco), ocasião em que a fêmea realiza a postura (Lima, 1991). O rostro do macho difere do



Foto: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo

Figura 18. Adulto de *Rhinostomus barbirostris*.

da fêmea por ser mais longo e parcialmente coberto de pelos avermelhados. Em geral, os ovos são postos isoladamente, em pequenos furos que a fêmea faz com o rostro, nas cicatrizes foliares, nos sulcos deixados pela larva da broca-do-pedúnculo-floral ou em áreas danificadas por fogo (Bondar, 1940); entretanto, por ocasião de grandes infestações, são também encontrados nas partes lisas do estipe. Com relação à altura da planta, não há preferência da fêmea por uma parte específica do estipe para postura – essa pode ser concentrada tanto na região basal quanto na porção mediana ou, ainda, na apical (abaixo da copa da planta). Depois da postura, a fêmea recobre os ovos com uma camada cerosa, que endurece em contato com o ar, que vai servir de proteção contra o ressecamento e os inimigos naturais. A larva (Figura 19) desenvolve-se no interior do estipe, chegando a atingir até 5 cm de comprimento ao final de seu desenvolvimento, quando, então, retorna à periferia do estipe e, sem formar casulo, transforma-se em pupa. Ao penetrar no estipe, a larva expele serragem, que gradativamente vai se acumulando no chão, ao

Foto: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo



Figura 19. Larva de *Rhinostomus barbirostris*.

redor da planta, sintoma esse que indica tanto o início quanto o final da infestação da praga. É bastante comum observar, em áreas de ocorrência de *R. barbirostris*, a presença de plantas com enegrecimento do estipe, decorrente de escurimento da seiva, ou a presença de goma solidificada no local de entrada da larva. Esses sinais indicam a reação da planta ao ataque da larva. A presença de serragem saindo do estipe ou depositada na base da planta é o sintoma mais evidente de que a entrada da larva foi bem-sucedida na planta.

Plantas hospedeiras

Coqueiro (*Cocos nucifera*), dendezeiro (*Elaeis guineenses*), piaçava (*Attalea funifera*), pindobaçu (*Attalea pindobassu*), piaçabuçu (*Attalea piassabossu*), buri (*Polyandrococos caudescens*), pati (*Syagrus botryophora*) e jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

Espécie encontrada no Brasil, na Argentina, no Uruguai, no México, em Trinidad e

Tobago e em Honduras (Lepesme, 1947). No Brasil, sua presença foi registrada nos seguintes estados: Amazonas, Bahia, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Sul, Sergipe, São Paulo (Silva et al., 1968) e Mato Grosso (Molin; Barreto, 2012).

Natureza do dano

Ao nascer, a pequena larva penetra no estipe do coqueiro. As diversas galerias formadas pelas larvas no interior da planta (Figura 20) destroem vasos, liberianos e lenhosos, provocando a redução ou a interrupção do fluxo de seiva, o que se reflete na produção da planta. Ataque severo na região do estipe próxima da copa da planta ocasiona enfraquecimento e quebra das folhas mais velhas, que ficam penduradas ao redor do estipe (Figura 21), e, em seguida, a morte da planta. Esse dano é também responsável pelo enfraquecimento da planta, predispondo-a a quebra pelo vento. Segundo Bondar (1940), o coqueiro atacado que permanece vivo tem sua capacidade produtiva reduzida em até 75%.



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 20. Dano interno de *Rhinostomus barbirostris* no estipe do coqueiro.

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 21. Sintoma externo do ataque de *Rhinostomus barbirostris* decorrente do ataque da praga na proximidade da copa do coqueiro.

Medidas de controle

Efetuar inspeções constantes no coqueiral para detectar os focos de posturas e destruir os ovos com a ajuda de um arame pontiagudo ou de uma faca. Outra medida

importante é proceder à retirada das plantas intensamente infestadas e sem condição de recuperação, e também daquelas que, infestadas, foram quebradas pelo vento, pois servirão como foco de multiplicação e propagação da praga na plantação e nos plantios vizinhos. Depois de a planta ter sido cortada, a porção do estipe que se encontra infestada pela praga deverá ser enterrada a uma profundidade de 0,40 m a 0,60 m do solo, evitando que as larvas completem seu desenvolvimento.

Há poucos relatos sobre a ação de agentes de controle natural regulando a população de *R. barbirostris*. Bondar (1940) registrou o pica-pau como importante inimigo natural da praga. Lima (1992) observou, no campo, a predação de 16,7% dos ovos de *R. barbirostris* pela formiga *Tapinoma melanocephalum*. Em Sergipe, foram encontrados adultos infectados pelos fungos *B. bassiana*, *B. brongniartii* e *Metarrhizium anisopliae* (Figuras 22A e 22B). Bioensaios realizados na Embrapa Tabuleiros Costeiros demonstraram a ação parasitária dos fungos *Beauveria bassiana* e *B. brongniartii* sobre adultos e larvas dessa espécie (Santana et al., 1996). Testes, em Sergipe, com a cepa BbBr057/CPATC isolada da broca-do-pedúnculo-floral mostraram um nível de parasitismo de 95,3% sobre o adulto de *R. barbirostris* (Ferreira et al., 2001b), o que demonstra seu potencial para uso em programas de controle da praga.

O fato de a larva passar todo o seu desenvolvimento no interior do estipe do coqueiro dificulta a adoção das medidas de controle, quer sejam elas biológicas, quer químicas.

Fotos: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo



Figura 22. Adultos de *Rhinostomus barbirostris* parasitados pelos fungos *Beauveria bassiana* (A) e *Metarhizium anisopliae* (B).

A forma mais prática para atingi-la seria com produtos sistêmicos, aplicados por injeção no caule. Entretanto, à medida que a larva se alimenta dos tecidos da planta, destrói os vasos condutores da seiva, o que interfere na translocação do produto. Costa et al. (1973), ao estudarem a ação sistêmica de metil oxydemeton, injetado no caule, observaram que o produto só foi eficiente quando atingiu a larva diretamente na galeria (ação de contato) ou quando o produto, depositado nas proximidades dela, foi ingerido. Observaram também a eficiência dos produtos malation e triclorfon quando injetados, em concentração elevada, diretamente nos furos iniciais da broca, pela sua ação de contato e ingestão. Lima (1993), estudando o controle da larva por meio de inseticidas sistêmicos, injeta-

dos em orifícios abertos com uma furadeira manual no estipe do coqueiro, e avaliados após 15 dias, também comprovou que não houve translocação dos produtos testados, uma vez que 96,45% das larvas mortas foram encontradas nas galerias situadas abaixo do local da injeção.

A injeção de um produto de contato e gaseificação diretamente nos orifícios de entrada da larva ou nos de saída do adulto seria uma importante medida para reduzir o número de larvas no interior do estipe e, conseqüentemente, a população da praga. Para atingir os adultos, seria preciso pulverizar o coqueiro infestado com um produto de contato (3 L a 5 L de solução por planta), dirigindo-se o jato da calda para a região dos cachos e das axilas foliares das

folhas mais velhas, onde eles costumam ficar abrigados durante o dia (Ferreira et al., 2002a). Entretanto, não há produtos químicos registrados no Mapa para controle de *R. barbirostris* em coqueiro.

Uma técnica que está em estudo e com resultados promissores é a do aprisionamento do adulto no interior da planta. A técnica consiste no pincelamento da região do estipe infestado com uma mistura de cimento + cal + cola branca, na proporção de 5 kg + 1 kg + 500 mL por 10 L de água, respectivamente. Ao secar na planta, a mistura forma uma camada fina e dura, difícil de ser rompida pelo adulto recém-emergido, ficando ele aprisionado no interior da planta. Resultados satisfatórios com essa técnica têm sido obtidos, com significativa redução da população da praga. Tão logo seja comprovada cientificamente, será mais uma tática a ser utilizada no manejo integrado da praga.

Broca-do-olho-do-coqueiro, bicudo, broca-do-coqueiro

Rhynchophorus palmarum
Linnaeus, 1764 (Coleoptera:
Curculionidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto é um besouro de cor preto-opaca e mede 45 mm a 60 mm de comprimento por 15 mm a 18 mm de largura. Possui o rostro recurvado, com 10 mm a 12 mm de comprimento (Figura 23). As antenas possuem forma de cotovelo e encaixam-se em sulcos longitudinais na base do rostro.

O escapo é longo (metade do tamanho total da antena), com funículo de seis segmentos e clava antenal triangular esponjosa. Os élitros são curtos, deixando exposta a parte terminal do abdômen, e possuem oito estrias longitudinais, das quais cinco são superficiais e confusas. A parte posterior do abdômen é ligeiramente curva, com uma franja de pelos pretos. O macho difere da fêmea por possuir pelos rígidos, em forma de escova, na parte superior do rostro. A fêmea introduz o rostro e, às vezes, todo o seu corpo em partes tenras do coqueiro, ou em ferimentos causados à planta, onde coloca os ovos. Os ovos medem de 2,5 mm a 2,7 mm de comprimento por 1,25 mm a 1,35 mm de largura, são cilíndricos, alongados e de coloração branco-amarelada, e têm uma superfície lisa pouco lustrosa (Bondar, 1940).



Foto: Dalva Luiz de Queiroz

Figura 23. Adulto de *Rhynchophorus palmarum*.

A larva mede 75 mm de comprimento por 25 mm de largura, ao atingir o último ínstar. Tem o corpo recurvado, de cor branco-creme, subdividido em 13 anéis enrugados (Figura 24). Os anéis medianos são muito maiores que os dianteiros e os traseiros, dando à larva um aspecto singular. Em toda a superfície do corpo da larva, observam-se pequenas manchas irregulares, das quais saem pelos rígidos e curvos. Nos dois penúltimos anéis, na parte dorsal, há manchas escuras irregulares, cada uma com seis pelos. O último segmento tem o lado dorsal côncavo e o ventre convexo, formando, na extremidade, uma crista escarpada, com quatro proeminências, de onde partem pelos rígidos e compridos. Em presença de outras larvas, pratica canibalismo. Ao completar seu desenvolvimento, a larva cessa o crescimento e inicia a construção do casulo, com as fibras da planta. Dentro do casulo, que mede de 80 mm a 100 mm de comprimento por 30 mm a 40 mm de diâmetro, transforma-se em pupa e, depois, em inseto adulto. A pupa é de coloração creme-amarelado e exibe no corpo algumas características do inseto adulto, sendo visíveis todos os apêndices do futuro besouro (Bondar, 1940).

Ao emergir, o adulto ainda permanece alguns dias dentro do casulo até ocorrer o endurecimento do tegumento. Em seguida, faz um furo com o rostro na parte anterior do casulo e sai à procura de outras plantas hospedeiras para começar novo ciclo.

O gênero *Rhynchophorus* é relatado causando dano em palmeiras em quase toda a região tropical do planeta. As espécies mais comuns em coqueiro são: *R. phoenicius*, no continente africano, *R. ferrugineus* e *R. vulneratus*, no Sudeste da Ásia; *R. ferrugineus*, no Oriente Médio; e *R. bilineatus*, nas Ilhas do Pacífico (Oceania); e três espécies, no continente americano: *R. cruentatus* na Flórida, na costa sudeste dos Estados Unidos e nas Bahamas; *R. palmarum* no México, na América Central e na América do Sul, e no Sul das Antilhas; e *R. ritcheri*, no Peru (Giblin-Davis et al., 2013 citados por Ferreira et al., 2014; Wattanapongsiri, 1966). Além dessas, há uma espécie potencialmente perigosa para o continente americano – *R. ferrugineus* –, originária do Sudeste da Ásia, mas recentemente introduzida nos Estados Unidos, no Caribe, em Curaçao e Aruba (Roda et al., 2011; Fiaboe et al., 2012; Giblin-Davis et al., 2013), sendo que esta última ilha fica a cerca de apenas 26 km da costa da Venezuela (Ferreira et al., 2014).

A espécie *R. palmarum*, presente no continente americano, é a principal responsável pela disseminação de doenças letais em palmeiras de importância econômica. O adulto dessa espécie não tem o hábito de se abrigar nas axilas foliares do coqueiro, assim como faz o adulto de outras coleóbrocas. Voando no campo, apenas é atraído

Foto: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo



Figura 24. Larva de *Rhynchophorus palmarum*.

por uma planta especial – com ferimento, doente ou infestada por outro inseto –, e a coloniza. Dali sairão centenas de adultos em busca de novas plantas hospedeiras, que exercem atração sobre a praga. Trata-se de uma espécie de hábito gregário, de atividade diurna, encontrada no campo durante todo o ano. Sánchez et al. (1993), observando a dinâmica do voo de *R. palmarum* na Venezuela, encontraram dois picos de atividade diária bem definidos e correlacionados com a temperatura, sendo o maior pico observado pela manhã, entre 9h30 e 11h30, e o segundo, um pouco inferior, observado entre 4h30 e 6h30. Os autores sugerem também haver certa influência da umidade relativa nessa atividade, já que, segundo eles, o inseto não tolera umidades muito baixas.

Em geral, adultos das várias espécies do gênero *Rhynchophorus* são atraídos pelos odores fermentados liberados por palmeiras com fermentos, causados por ferramentas agrícolas ou insetos, bem como por palmeiras doentes ou mortas. Bondar (1940) e Morin et al. (1988) recomendam cortar a palmeira morta ou doente para utilizá-la como armadilha atrativa. Pedacos do estipe abertos longitudinalmente eram empilhados uns sobre os outros, para que, ao fermentarem, pudessem atrair os adultos da praga. Entretanto, esse método requer inspeções diárias das armadilhas, para que os indivíduos presentes possam ser capturados e destruídos manualmente. Ferreira (1987) recomendou a mesma técnica, mas fez um acréscimo: que os pedaços de estipe do coqueiro ou de outras palmeiras fossem

empilhados como fogueira, cobertos com folhas secas e pulverizados com metomil a 0,1%. A adição do químico na isca atrativa passou, então, a permitir coletas semanais, uma vez que os insetos atraídos morriam ao entrar em contato com o agrotóxico. Essas técnicas, entretanto, são consideradas muito trabalhosas e onerosas.

Novas técnicas de captura passaram a ser investigadas, tendo como base os mecanismos de comunicação da espécie (Nadarajan, 1988; Moura et al., 1989; Rochat et al., 1991a) e seu instinto de agregação. Armadilhas do tipo alçapão, tanque e feixe, desenvolvidas por Moura et al. (1990, 1991, 1998), e PET, por Ferreira et al. (2001a), aumentaram a captura dos adultos e o intervalo de tempo das coletas, passando a ser consideradas importantes ferramentas no monitoramento e no controle da praga.

A agregação dos adultos de *R. palmarum* na planta hospedeira ou sua atração para uma armadilha contendo tecidos vegetais com alto poder de fermentação é intermediada pelos voláteis liberados pela planta ou tecido vegetal, e pelo feromônio emitido pelo macho, agindo em sinergia (Rochat, 1987, 1991; Moura et al., 1989; Rochat et al., 1991a, 1991b; Oehlschlager et al., 1992; Jaffé et al., 1993). O macho de *R. palmarum* libera o feromônio de agregação, rincoforol: (2E)-6-metil-2-hepten-4-ol (Rochat et al., 1991a). Testado em campo, o feromônio revelou um baixo poder de atração quando sozinho nas armadilhas, onde a simples adição de tecidos vegetais aumentou consideravelmente a captura (Oehlschlager et al., 1992). A si-

nergia entre o feromônio e os voláteis das plantas foi confirmada analisando-se, em olfatômetro (quatro escolhas), as respostas de locomoção de *R. palmarum* (Saïd, 2003) e, no eletroantenógrafo, as respostas neuronais de *R. palmarum* aos mesmos estímulos (Saïd et al., 2005). Não foram detectadas respostas aos compostos rincoforol e acetoina (volátil de planta) quando testados sozinhos, mas, juntos, produziram modulações nas respostas sensoriais do inseto, em nível periférico, o que comprova a ação sinérgica entre os compostos voláteis emitidos pela planta e pelo inseto. No campo, a interação entre rincoforol, tecidos da planta e acetato de etila proporcionou um aumento significativo no número de insetos capturados, confirmando o sinergismo entre os componentes químicos da planta e o feromônio produzido pelo inseto (Oehlschlager et al., 1992; Jaffé et al., 1993; Ferreira et al., 2003). Tão logo os adultos são agregados, a fêmea libera o feromônio sexual, estimulando o macho a iniciar o cortejo para cópula. Na cópula, o macho posiciona-se sobre o dorso da fêmea, permanecendo ali de 3 a 10 minutos, tempo em que ocorrem até quatro cópulas (Sánchez et al., 1993).

Wilson (1963), investigando o desenvolvimento de *R. palmarum* em laboratório, encontrou os seguintes dados biológicos: produção média de ovos por fêmea por dia: 4,2; porcentagem de eclosão: 43% a 47%; período de incubação: 64 a 88 horas; número de ínstar: 9 a 12; período larval: de 33 a 62 dias (dependendo do substrato alimentar); período pupal: 11,8 dias; adulto

dentro do casulo, aguardando endurecimento do exoesqueleto: 5,7 dias; período pré-postura: 1 ou 2 dias, mínimo 1 dia após a emergência; período entre acasalamento e postura fértil: 9 dias; total de dias fazendo postura: 25; total de ovos por fêmea: 104,9; longevidade dos adultos: macho, 127,5 dias; fêmea, 44,8 dias; proporção macho:fêmea: 1:0,85. Para Bondar (1940), a média seria de 5 ovos por dia, totalizando 250 ovos em um ciclo.

Plantas hospedeiras

Dendê-americano (*Attalea cohune*), babaçu (*Orbignya speciosa*), bacabá (*Oenocarpus* sp.), cana-brava (*Gynerium saccharoides*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), canaúba (*Copernicia cerifera*), coqueiro (*Cocos nucifera*), coqueiro-de-catarro (*Acrocomia sclerocarpa*), dendezeiro (*Elaeis guineensis*), jerivá (*Syagrus romanzothiana*), pupunha (*Guilielma* sp.), jaracatiá (*Jaracatia dodecaphylla*), aricuriroba (*Syagrus schizophylla*), licurizeiro (*S. coronata*), palmeira-das-canárias (*Phoenix canariensis*), palmeira-imperial (*Roystonea oleraceae*), palmeira-real (*R. regia*), palmito (*Euterpe edulis*), tamareira (*Phoenix dactylifera*) e palmeira-cana (*Sabal umbraculifera*) (Silva et al., 1968). Servem ainda como fonte atrativa e alimentar para os adultos: o mamoeiro (*Carica papaya*), o abacaxizeiro (*Ananas comosus*) e a bananeira (*Musa paradisiaca*).

Distribuição geográfica

R. palmarum, espécie tipicamente americana, ocorre desde a Argentina até a Califórnia,

incluindo as Antilhas (Bondar, 1940). No Brasil, está distribuído nos seguintes estados: Alagoas (Negrisoli Junior et al., 2011), Amazonas, Bahia, Rio de Janeiro, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo (Silva et al., 1968), Mato Grosso (Molin; Barreto, 2012), Rio Grande do Norte e Sergipe.

Natureza do dano

Depois de penetrar na parte apical da planta (Figura 25), a fêmea de *R. palmarum* faz postura nos tecidos tenros, onde as larvas se desenvolvem e se alimentam durante todo o ciclo, formando inúmeras galerias no meristema da planta. Os tecidos destruídos entram em processo de fermentação e adquirem uma consistência pastosa, de odor fétido. Externamente, as folhas mais novas murcham e curvam-se, indicando a morte da planta.

Os adultos são considerados os principais transmissores do nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard e do fungo *Thielaviopsis paradoxa* – agentes

causais das doenças letais anel-vermelho e resinose do coqueiro, respectivamente – em plantios de coqueiro e outras palmeiras. O coqueiro torna-se suscetível ao ataque dessa praga a partir do terceiro ano do plantio.

Medidas de controle

Qualquer planta encontrada morta na plantação deve ser imediatamente cortada e enterrada em valas de 40 cm a 60 cm de profundidade, no intuito de prevenir a atração dos adultos e a consequente multiplicação da praga. O adulto que emerge de uma planta doente será um vetor potencial para a disseminação de doenças letais na plantação e nos plantios nos arredores. Nos coqueiros mais altos, deve-se, depois de derrubar a planta, ter o cuidado de cortar, destruir ou enterrar a porção apical contendo o meristema – porção atrativa para *R. palmarum*. Moura et al. (1991) recomendam os seguintes procedimentos: a) evitar ferimentos na planta durante a colheita; b) pincelar com piche e carbofurano a 0,2% os ferimentos provocados pela retirada de cachos e folhas ainda verdes; c) coletar e destruir larvas, pupas e adultos encontrados nas plantas atacadas; d) utilizar armadilhas atrativas; e) favorecer a multiplicação de inimigos naturais.

Com o advento das armadilhas, a descoberta do feromônio da praga e o uso de tecidos vegetais (cana-de-açúcar) com grande poder de fermentação, como sinergista, abriu-se a grande perspectiva de introduzir a técnica de captura massal no manejo de

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 25. Dano causado pela larva de *Rhynchophorus palmarum* na parte apical do coqueiro.

R. palmarum. Atualmente, essa é a técnica mais difundida e utilizada no Brasil, em programas de controle da praga.

Armadilhas atrativas

Há dois tipos de armadilhas recomendadas no Brasil para uso no monitoramento e no controle de *R. palmarum*: a armadilha do tipo balde e a do tipo PET.

A armadilha do tipo balde consiste em um balde de plástico com tampa, com capacidade para 100 L (Figura 26A). Na tampa, são feitos três ou quatro cortes redondos, onde são presos pequenos funis, cuja parte mais estreita é cortada para facilitar a entrada e evitar a saída dos insetos, e onde o feromônio (envelope ou cápsula) vai ficar pendurado. Dentro dos baldes são colocados 35 toletes de cana-de-açúcar, com aproximadamente 40 cm de comprimento. Em seguida, eles são amassados com o auxílio de um martelo ou similar, para acelerar a fermentação (Moura et al., 1990, 1991, 1998). Entretanto, em outro estudo, foi comprovado que os toletes de cana podem ser usados de outra maneira, ou seja, apenas cortados ao meio, no sentido longitudinal. Com efeito, se forem amassados, conforme o primeiro procedimento, eles secarão rapidamente, reduzindo seu potencial atrativo ao longo do tempo (Ferreira; Figueiredo, 2002). Observou-se que, no material amassado, o maior índice de captura ocorreu até o 4º dia (81,2%) em comparação aos toletes apenas abertos ao meio longitudinalmente, onde as capturas ocorreram ao longo de todo o período, re-

gistrando, na 1ª e 2ª semanas, capturas de 64% e 36%, respectivamente.

As armadilhas contendo o material atrativo (cana + feromônio) devem ser distribuídas na periferia do plantio, espaçadas 500 m entre si, e devem ser monitoradas quinzenalmente, para se proceder à troca do material atrativo e à captura dos adultos (Moura et al., 1990). Depois de capturados, os adultos podem ser colocados dentro de garrafas PET, que deverão ser expostas diretamente ao sol, para que os adultos sejam eliminados. Os funis presos à tampa do balde podem ser substituídos pela parte superior da garrafa PET, ou seja, a parte do gargalo (Figura 26B). Na falta do feromônio, os toletes de cana podem ser molhados com uma calda de melaço + água a 20%, para aumentar a atratividade para os adultos.

A armadilha do tipo PET consiste no uso de três garrafas plásticas de refrigerante, de 2,0 L ou 2,5 L, acopladas entre si. A garrafa superior deve ter uma janela frontal de 15 cm de altura x 10 cm de largura, e o gargalo deve estar virado para baixo, servindo de funil para a entrada do adulto. As duas garrafas restantes formam a câmara de captura (Figuras 27A e 27B). Na parte superior da câmara, fica pendurado o feromônio da praga, e, dentro, as iscas de cana-de-açúcar. São usados quatro ou cinco toletes de cana-de-açúcar por armadilha, com aproximadamente 15 cm de comprimento, cortados ao meio, longitudinalmente ou não (Ferreira et al., 2001a). Pode-se recorrer ao uso de calda de melaço + água, na proporção 1:1, sobre os toletes de cana, quando



Fotos: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 26. Armadilha do tipo alçapão para captura do adulto de *Rhynchophorus palmarum*: tampa com funil (A) e tampa com gargalo de garrafa PET (B).

não se dispõe de feromônio, ou somente ao melaço colocado no fundo da armadilha (sem furos no fundo), quando não se dispõe de cana-de-açúcar. O melaço extraído da cana-de-açúcar auxilia no processo de fermentação dos toletes, liberando álcoois que atuam na atração dos adultos de *R. palmarum*. As armadilhas PET deverão ser distribuídas na periferia do plantio, espaçadas 100 m entre si, e mantidas protegidas do sol. A cada 15 dias, devem ser inspecionadas, ocasião em que deverá ser trocado o tecido vegetal atrativo, feita a coleta e eliminados os adultos. Trata-se de uma armadilha prática, ecológica, de baixo custo e bastante eficiente na captura dos adultos de *R. palmarum* (Ferreira et al., 2001a).

Fontes atrativas

O feromônio rincoforol, associado a pedaços de tecidos vegetais com poder de fermentação, é que exerce atratividade da praga para as armadilhas. Atualmente, três marcas de feromônio são registradas para a broca-do-olho-do-coqueiro no Brasil

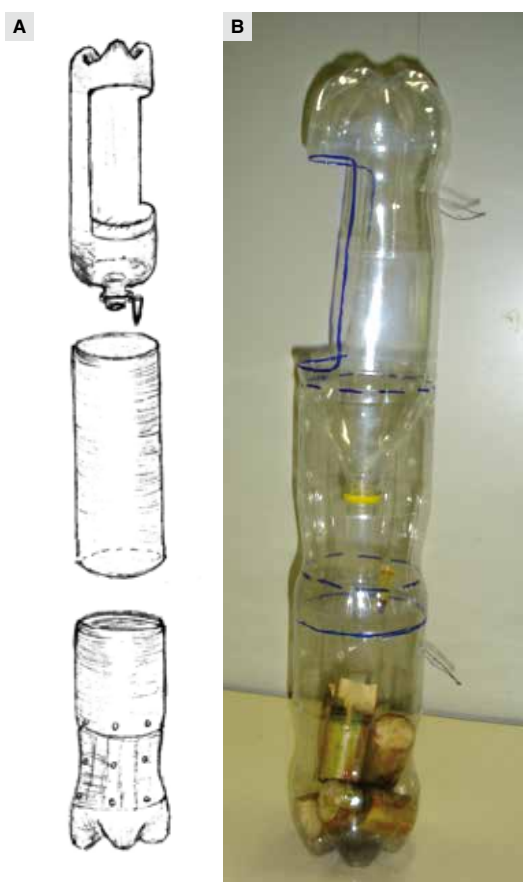


Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 27. Armadilha tipo PET para captura do adulto de *Rhynchophorus palmarum*: armadilha em partes (A) e armadilha montada (B).

Ilustração: Erivaldo Fonseca Moraes

(Agrofit, 2014) e comercializadas em embalagens tipo sachê por envelope e cápsula eppendorf, com durabilidade média em campo de 45 dias e 90 dias, respectivamente. Em relação ao material vegetal usado nas armadilhas, a cana-de-açúcar é que exerce maior atratividade para *R. palmarum*, especialmente a variedade caiana. Abacaxi, casca do coco-verde, mamão e banana são outras fontes atrativas. A quantidade usada por armadilha deve ser suficiente para manter a umidade do material, favorecendo sua fermentação e a liberação dos voláteis. Como as frutas em estado de decomposição são atrativas, elas também podem ser utilizadas nas armadilhas.

Fazer o manejo dos inimigos naturais é essencial para manter o equilíbrio das populações de insetos. No coqueiro e no dendezeiro, existem vários inimigos naturais que contribuem para o controle natural de *R. palmarum*, sendo, então, necessário adotar medidas que favoreçam a multiplicação e a permanência desses agentes na plantação. Moura et al. (2009) citam o fomento da população do parasitoide *Billea rhynchophorae* (Diptera: Tachinidae), por meio da coleta de casulos de *R. palmarum* em dendezeiros doentes, e sua distribuição na plantação, dentro de gaiolas de alvenaria, medindo 1 m x 1 m x 1 m, com a parte superior coberta por uma tampa com tela de arame, que permita apenas a saída do parasitoide. Na Índia, segundo Gopinadhan et al. (1990), o gênero *Rhynchophorus*, representado pela espécie *R. ferrugineus*, é controlado por um vírus, que ataca todos os estádios do inseto. A ação de nematoides

como agentes reguladores foi citada por Bedford (1974), que descreveu os efeitos de *Praeleocilenchus rhabdophorus* parasitando a espécie *R. bilineatus* em plantações de dendê na Nova Britânia. No Brasil, Silva et al. (1968) citam *Parabilaria rhynchophorae* e *Paratheresia brasiliensis* (Diptera: Tachinidae) como inimigos naturais de *R. palmarum*. Moura e Vilela (1991) observaram a ocorrência de *P. menezesi* parasitando pupas de *R. palmarum*. Moura et al. (1993) avaliaram a eficiência de *Billea rhynchophorae* (outro *P. menezesi*) nos diferentes estádios de desenvolvimento de *R. palmarum* em plantações de dendê, nos municípios de Nazaré e Una, ambos na Bahia. Os autores verificaram que *B. rhynchophorae* esteve presente em todos os levantamentos realizados, com uma taxa de parasitismo de 51% em Nazaré e de 18% a 57% em Una, e uma média de 18,33 pupas do parasitoide por casulo de *R. palmarum*.

Fungos entomopatogênicos também são considerados eficientes reguladores para um grande número de pragas. No início dos anos 1990, em Sergipe, foram encontrados adultos de *R. palmarum* parasitados pelo fungo *Beauveria bassiana* (Figura 28). Essa descoberta levou a Embrapa Tabuleiros Costeiros a desenvolver uma série de estudos, em laboratório e no campo, visando à utilização da cepa desse patógeno, denominada CPATC 032, como mais uma estratégia de controle da praga.

Santana e Lima (1992) encontraram, em laboratório, um nível de parasitismo próximo a 100%. Lima et al. (1996) obtiveram 96% de parasitismo sobre os adultos na concen-

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 28. Adultos de *Rhynchophorus palmarum* parasitados pelo fungo *Beauveria bassiana*.

tração 10^8 conídios por mililitro, com pico de mortalidade entre o 9º e o 12º dia após a inoculação. Ferreira et al. (2001b) relataram aumento na virulência para 100% aos 12 dias da inoculação, após sucessivas reavivagens do patógeno, obtendo pico de mortalidade entre o 7º e o 9º dia. Ferreira e Lima (1996) comprovaram, em laboratório, que os adultos de *R. palmarum* inoculados com *B. bassiana* são capazes de transmitir os conídios do fungo a outros indivíduos da espécie, com base no seu instinto de agregação. Na proporção estudada, de um adulto contaminado para quatro adultos sadios (1:4), obtiveram uma taxa de infecção de 84,59% e transmissão de infecção do adulto contaminado para o sadio de 1:3,5 adultos, respectivamente. Também ficou comprovado que o material vegetal

atrativo usado nas armadilhas, ao ser inoculado com os conídios do fungo, pode, por contato, contaminar os adultos da praga. Esses resultados fundamentaram a escolha da estratégia de uso do fungo *B. bassiana* (cepa CPATC 032) no campo, por meio de duas técnicas de liberação: uma em que os machos são inoculados e, após 24 horas, são liberados; e outra em que o fungo é inoculado diretamente no material atrativo e exposto a contágio dentro de armadilhas de disseminação (Figura 29) (Moura; Busoli, 2006). Essas armadilhas possuem janelas retangulares na lateral, que permitem a entrada, o contágio e a saída dos adultos já contaminados. Na primeira técnica, em que os machos foram inoculados com a suspensão na concentração 10^9 conídios por mililitro e liberados quinzenalmente no campo, durante 3 anos, a população natural da praga foi reduzida em 58%, 38% e 69% durante o período das liberações, e em apenas 23%, 19% e 29% nos anos seguintes, cessadas as liberações. Na técnica em que o substrato atrativo (cana-de-açúcar) foi o veículo utilizado na disseminação do patógeno, a redução da população da praga em relação à população inicial foi de 72,2% e 76,3% durante os 2 anos de exposição do patógeno, e de 64,9% e 60,7% nos 2 anos seguintes, cessadas as liberações. O aumento da população no período pós-liberação indica a necessidade de exposição do patógeno na área por um período maior, dada a perenidade dessa palmácea (Moura; Busoli, 2006).

Procedimentos laboratoriais necessários à obtenção de culturas puras e monospóricas de *B. bassiana*, preparação de culturas matrizes, processos de multiplicação dos

Fotos: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 29. Armadilha de disseminação usada na liberação do fungo *Beauveria bassiana* no campo.

conídios em larga escala, condições de armazenamento, conservação e qualidade da produção são temas tratados no protocolo de produção massal desenvolvido pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, para explicar seu uso em programas de controle de pragas agrícolas (Ferreira, 2004).

Broca-do-bulbo-do-coqueiro

Strategus aloeus

(Coleoptera: Scarabaeidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto é um besouro de cor castanho-escuro a preto-brilhante, possui antenas curtas, em forma de cotovelo, com alguns segmentos terminais grandes e achatados, e mede aproximadamente 6 cm de comprimento por 4 cm de largura. O macho difere da fêmea por possuir três “chifres” cefalotorácicos, recurvados e levemente voltados para trás (Figura 30). O adulto, ao ser atraído para a planta jovem, cava no solo, próximo a essa, um buraco com 2,5 cm a 3 cm de diâmetro e aproxima-



Foto: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo

Figura 30. Adulto de *Strategus aloeus*.

damente 50 cm de profundidade, onde permanece abrigado durante o dia; e outro, no coleto da planta, acima ou ligeiramente abaixo do nível do solo, onde penetra, para se alimentar durante a noite. Ocorre na plantação no início do período chuvoso, e mais frequentemente em plantios próximos a áreas recém-desmatadas. Geralmente é atraído por fontes luminosas. A larva tem coloração branco-leitosa, corpo recurvado, três pares de pernas nos segmentos torácicos e mede aproximadamente 50 mm a 60 mm de comprimento (Figura 31). Todo o seu ciclo se desenvolve em tecidos vegetais em decomposição, principalmente estipes de palmeiras mortas.

Foto: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo



Figura 31. Larva de *Strategus aloeus*.

Plantas hospedeiras

Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), carnaúba (*Copernicia cerifera*), coqueiro (*Cocos nucifera*), jerivá (*Syagrus romazoffiana*) e outras palmeiras do gênero *Syagrus* (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

Ocorre nas Guianas, na Venezuela e no Brasil (Lepesme, 1947). No Brasil, existem registros dessa praga nos seguintes estados: Bahia, Ceará, Pará, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Sul, São Paulo (Silva et al., 1968) e Sergipe.

Natureza do dano

O adulto, ao se alimentar no coleto da planta jovem (Figura 32), forma uma galeria interna que, ao atingir a região de crescimento, destrói as células do meristema, provocando o murchamento das folhas centrais. A planta morre em seguida. Os sintomas que identificam a ocorrência de *S. aloeus* no plantio são: a) presença de buracos na base (coleto) da planta; b) murchamento das folhas centrais, incluindo a folha-flecha; e

c) buracos na zona de coroamento da planta, identificados por montículos de terra fresca ao redor. Até o momento, não houve relatos da ocorrência dessa praga em coqueiro adulto.



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 32. Dano causado pelo adulto de *Strategus aloeus* no coleto do coqueiro novo.

Medidas de controle

Para que sejam tomadas medidas de controle adequadas, é preciso visitar regularmente os plantios novos a fim de identificar plantas com sinais da presença da praga (folhas centrais murchas, buracos na base da planta e no solo, e montículos de terra fresca na zona do coroamento). A distribuição de armadilhas luminosas no plantio também ajuda a monitorar e reduzir a população da praga.

As plantas danificadas por *S. aloeus* devem ser imediatamente arrancadas e destruídas, para evitar focos de multiplicação de outras pragas. O adulto pode ser retirado de dentro do buraco, com o auxílio de um arame grosso de ponta afiada, ou de uma enxada, cavando o solo próximo à planta; ou pode ser controlado por meio da aplicação de

um inseticida de contato, aplicado diretamente no buraco em que se encontra, via polvilhamento ou pulverização.

Leiras formadas com estipes de palmeiras ou com outros restos vegetais atraem o adulto à medida que o material vegetal entra em decomposição no campo, transformando-se em excelente foco de multiplicação de *S. aloeus*. Portanto, é uma prática que deve ser evitada, mas, se for praticada, requer que medidas drásticas de remoção e destruição sejam imediatamente adotadas para prevenir o aumento e a disseminação da praga na plantação e arredores. Mariau et al. (1978) sugerem a cobertura das leiras com leguminosas, para não servirem nem de atração aos adultos, nem de postura às fêmeas.

Minador-do-folíolo

Taphrocerus cocois Bondar, 1922
(Coleoptera: BUPRESTIDAE)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto é um besouro com 4,5 mm de comprimento, preto-violáceo, com reflexos metálicos (Figura 33). É de hábito diurno e quando tocado fica imóvel. Ocorre em Sergipe, com maior frequência nos meses de novembro a janeiro (período seco). A fêmea faz postura isolada na face superior do folíolo. O ovo é de coloração castanho-escuro a negra, tem formato subovalado (1 mm de diâmetro x 1,5 mm de comprimento) e fica preso à epiderme do folíolo, sobre o qual pequenos fragmentos são aderidos.

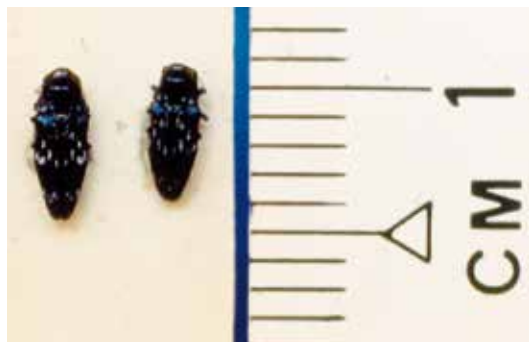


Foto: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo

Figura 33. Adulto de *Taphrocerus cocois*.

A larva (Figura 34) é branca, ápolea, com o primeiro segmento torácico bem mais desenvolvido que os demais, e mede, ao final do desenvolvimento, em média, 10 mm de comprimento. Logo ao eclodir, penetra na folha, alojando-se entre as epidermes superior e inferior do folíolo, formando uma galeria longitudinal de coloração marrom (Figura 35), que varia, de acordo com a mudança dos ínstares, até marrom-escuro, ao final do ciclo, quando a galeria chega a atingir, em média, 10,5 cm de comprimento por 5 cm a 6 cm de largura. Completado o período larval, a larva cessa a alimentação, retorna para a parte mediana da galeria e empupa. A pupa é de coloração castanho-escuro (Ferreira; Morin, 1985).



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 34. Larva de *Taphrocerus cocois* no interior da galeria que forma entre as duas epidermes do folíolo.



Figura 35. Galeria formada pela larva de *Taphrocerus cocois* em folíolos de coqueiro.

Ferreira e Morin (1985), investigando o desenvolvimento de *T. cocois*, encontraram os seguintes dados biológicos: incubação do ovo: 12 dias; fase larval: 25 dias, com três instares, tendo o primeiro 6 dias, o segundo 8 dias e o terceiro 11 dias; fase pupal: 12 dias, totalizando 49 dias da postura à emergência do adulto.

Plantas hospedeiras

Coqueiro (*Cocos nucifera*), dendezeiro (*Elaeis guineensis*) e em palmeiras nativas dos gêneros *Syagrus*, *Polyandrococos* e *Attalea* (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

Ocorre na Bahia, no Paraná (Silva et al., 1968) e em Sergipe (Ferreira; Morin, 1985).

Natureza do dano

Ao eclodir, a larva penetra no folíolo, fazendo uma galeria no sentido longitudinal entre as duas epidermes dos folíolos. Se o ataque for severo, as galerias coalescerão, e a região afetada da folha secará rapidamente, provocando redução da área foliar, atraso no desenvolvimento da planta e consequente retardo na entrada de produção.

Medidas de controle

Pouca importância tem sido atribuída ao *T. cocois* como praga do coqueiro, já que sua população é controlada naturalmente pela ação dos seus inimigos naturais. Ferreira e Morin (1985) identificaram em Sergipe as espécies *Horismenus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) e *Spilochalcis* sp. (Hymenoptera: Chalcididae) parasitando larvas e pupas de *T. cocois*.

Ordem Lepidoptera

Traça-dos-cocos-novos

Atheloca subrufella (Hulst. 1887)
[= *Hyalospila ptychis* (Dyar, 1919)]
(Lepidoptera: Phycitidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto (Figura 36) é uma mariposa pequena, que mede 14 mm a 18 mm de envergadura, com asas de coloração parda, sendo as posteriores translúcidas e mais claras do que as anteriores. A lagarta (Figura 37) é branca, pigmentada no dorso, com listras difusas, pardacentas ou róseas. Tem cabeça amarela, e o primeiro segmento torácico com placa dorsal semicircular amarela, subdividida ao meio, e pernas e falsas pernas brancas. No último ínstar, chega a atingir 15 mm a 16 mm de comprimento. Tão logo abre a inflorescência, perfura as brácteas das flores femininas, atingindo o tecido mesocárpico do futuro fruto, de onde expele fezes – pequenos grânulos –, que se ligam por fios de seda e se aglomeram nas

bordas das galerias, próximo às brácteas, juntamente com a seiva que extravasa do fruto. Findo o período larval, a lagarta tece um casulo de seda, transformando-se em crisálida, em locais protegidos contra a chuva, geralmente junto à palha seca ou outros tecidos mortos do coqueiro.

Estudos realizados por Sarro et al. (2007), na Embrapa Tabuleiros Costeiros, determinaram o ciclo evolutivo de *A. subrufella*. Os valores médios obtidos foram: período de incubação do ovo: 3,5 dias; ovos por fêmea: 246,5; número de ínstaes larvais: 4; período larval: 11 dias; período pupal do macho e da fêmea: 9,4 e 9,9 dias, respectivamente; longevidade média do macho e da fêmea: 9 e 10 dias, respectivamente; ra-

ção sexual: 1:1,10; e proporção sexual: 0,47. O período de ovo até a morte do adulto foi de 33,62 dias. Outros dados sobre a biologia de *A. subrufella* são citados por Bondar (1940), Bento et al. (2006) e Santana et al. (2011).

Plantas hospedeiras

Ariri (*Syagrus vagans*), coqueiro (*Cocos nucifera*), licurizeiro (*Syagrus coronata*), piaçabuçu (*Attalea piassabossu*), piaçava (*Attalea funifera*) e outras palmeiras do gênero *Syagrus* (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

Amazonas, Bahia, Rio de Janeiro, Sergipe (Silva et al., 1968) e Pernambuco (Bondar, 1940).

Natureza do dano

A lagarta de *A. subrufella* desenvolve-se na inflorescência recém-aberta do coqueiro ou em outras palmeiras nativas, onde danifica as flores femininas e os frutos novos. Alimenta-se dos tecidos do mesocarpo, fazendo galerias que interrompem a translocação de seiva. Grande parte dos frutos atacados não completa o amadurecimento, caindo ainda bem pequenos. Os que resistem ao ataque, atingindo a maturação, deformam-se e perdem a simetria axial, o peso e o valor comercial.

Medidas de controle

O uso de produtos químicos de contato ou ingestão visando à redução da população

Foto: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo



Figura 36. Adulto de *Atheloca subrufella*.

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 37. Lagarta de *Atheloca subrufella*.

dessa traça só se justificará quando 10% dos frutos amostrados apresentarem sinais de ataque da praga (Ferreira et al., 2002a). O jato da calda inseticida deverá ser dirigido para as inflorescências recém-abertas e os cachos novos (referentes às folhas de nº 10 a nº 16), molhando-se bem os frutos e respectivas axilas foliares. O tratamento em que se utiliza uma mistura de óleo de algodão bruto a 1,5% + detergente neutro a 1%, para reduzir a população do ácaro-da-necrose (*Aceria guerreronis*), também ajuda a reduzir a população de *A. subrufella*, ao impedir o movimento de voo dos insetos adultos, matando-os por inanição.

Como medida profilática, recomenda-se também a limpeza do coroamento do solo ao redor da planta, operação que facilita o monitoramento da praga, e também a coleta e a destruição dos frutos infestados caídos no chão ou presos nas axilas foliares.

Lagarta-urticante-do-coqueiro

Automeris cinctistriga

Felder & Rogenhofer, 1874

(Lepidoptera: Saturniidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto (Figura 38) é uma mariposa que pode alcançar 100 mm de envergadura, de coloração marrom-clara, facilmente identificada pela grande mácula ocelada, negra, observada no meio das asas posteriores. A lagarta (Figura 39) possui coloração verde, tem hábito diurno, pode atingir até 9 cm de comprimento ao final de seu desenvolvimento e provoca ardor na pele humana, no



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 38. Adulto de *Automeris cinctistriga*.



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 39. Lagarta de *Automeris cinctistriga*.

local de contato com ela. Ocorre esporadicamente na plantação e é encontrada isolada, alimentando-se nas folhas medianas e mais velhas da planta. A presença dessa praga na plantação é observada pelas fezes cilíndricas, marrons e fendilhadas, encontradas na área do coroamento das plantas atacadas.

Plantas hospedeiras

Coqueiro (*Cocos nucifera*), dendezeiro (*Elaeis guineensis*) e várias espécies de palmeiras nativas (Lepesme, 1947). Também é registrada em amoreira (*Morus alba*), mangueira (*Mangifera indica*) e roseira (*Rosa* sp.) (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

É encontrada em Alagoas, Minas Gerais, Rio Grande do Norte (Silva et al., 1968) e Sergipe.

Natureza do dano

A lagarta de *A. cinctistriga*, ao se alimentar no coqueiro, provoca desfolhamento, o que interfere na fotossíntese da planta e, conseqüentemente, no desenvolvimento e na produção.

Medidas de controle

Tão logo sejam localizadas, as lagartas devem ser derrubadas das folhas, com o auxílio de uma vara, e eliminadas por esmagamento. Até o momento, não houve registro no Brasil de surtos que justificassem o uso de produtos químicos. Segundo Silva et al. (1968), esse gênero é parasitado por *Pedinopelte gravenstii* (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Plagiotachina* sp. e *Sturmia* sp. (Diptera: Tachinidae).

Lagarta-das-folhas, lagarta-das-palmeiras

Brassolis sophorae Linnaeus, 1758
(Lepidoptera: Nymphalidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto (Figura 40) é uma borboleta de coloração marrom-escura, medindo 60 mm a 100 mm de envergadura. As asas anteriores são atravessadas por uma faixa alaranjada mais larga, em forma de Y, nas fêmeas. Observa-se, na face inferior das asas posteriores, a presença de três ocelos circundados de preto ou marrom. A atividade diária de voo de *B. sophorae*, durante a qual ocorre a atividade sexual, é crepuscu-

lar e vespertina, e ocorre, geralmente, mais cedo no macho do que na fêmea, ficando essa, entretanto, ativa por um tempo maior (Bonetti Filho, 1993). A fêmea é maior do que o macho e possui o abdômen mais abaulado, põe ovos agrupados, que são depositados na base do pecíolo das folhas, nos folíolos e algumas vezes na parte superior do tronco. O período de incubação do ovo de *B. sophorae* é de 20 a 25 dias. O ovo tem formato cilíndrico e coloração creme-esbranquiçado, que muda para um tom rosado e, próximo à eclosão, para cinza. A lagarta (Figura 41) tem a cabeça de cor castanho-avermelhada; o corpo tem listras longitudinais marrom-escuras e marrom-claras, e é recoberto por fina pilosidade; chega a medir 60 mm a 80 mm de comprimento; e possui hábito gregário desde o primeiro ínstar.

As pequenas lagartas, depois de emergirem dos ovos, unem dois ou três folíolos,



Foto: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo

Figura 40. Adulto de *Brassolis sophorae*.

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 41. Lagartas de *Brassolis sophorae*.

tecendo, internamente, com fios de seda, um saco (ninho), onde o grupo fica abrigado e protegido da chuva e dos inimigos naturais. À medida que crescem e ocupam todo o espaço do ninho, elas o abandonam e constroem novo ninho, unindo um maior número de folíolos (Figuras 42A e 42B), de forma a ter espaço suficiente que permita o desenvolvimento do grupo, e sempre mudando para outra folha. Ao final do ciclo, saem definitivamente desse abrigo para se transformarem em crisálidas. No início da

noite, o grupo sai do ninho, em fila, para se alimentar em outra folha, que não a folha onde está abrigado.

A lagarta passa por seis ecdises em aproximadamente 50 a 85 dias de desenvolvimento, antes de se transformar em crisálida, quando se fixa, pela extremidade do abdômen, nas axilas foliares, no tronco e nos restos de cultura deixados no solo, onde permanecem de 11 a 15 dias, até a emergência do adulto. A crisálida (Figura 43) tem coloração verde-clara ou marrom e mede 20 mm a 30 mm de comprimento por 10 mm de largura. O período de ovo a adulto é de 81 a 115 dias.

Aspectos da bioecologia da subespécie *B. sophorae laurentii* Stichel são relatados por Marciano (2007). A presença da espécie é facilmente observada no campo pelo desfolhamento causado à planta e pela presença de ninhos na folha e excrementos no chão, na zona de coroamento.



Fotos: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 42. Ninho, fechado (A) e aberto (B), construído pelas lagartas de *Brassolis sophorae*.

Foto: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo



Figura 43. Crisálidas de *Brassolis sophorae*.

Plantas hospedeiras

Palmeiras dos gêneros *Astrocaryum*, *Attalea*, *Bactris*, *Desmoncus*, *Euterpe*, *Orbignya* e também carnaúba (*Copernicia cerifera*), coqueiro (*Cocos nucifera*), palmeira-imperial (*Roystonea oleraceae*), palmeira-real (*R. regia*), palmeira-de-leque-da-china (*Livistona chinensis*), tamareira (*Phoenix dactilifera*) e butia-azedo (*Butia capitata*), além da bananeira (*Musa paradisiaca*) e da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) (Lepesme, 1947; Silva et al., 1968). Lever (1969) também a assinala sua presença em outras palmeiras dos gêneros *Archontophoenix*, *Copernicia* e *Roystonea*.

Distribuição geográfica

Encontra-se distribuída nos seguintes países tropicais da América do Sul: Guiana, Venezuela, Colômbia, Equador, Bolívia, Peru, Brasil, Argentina, Suriname e Trinidad e Tobago (Lever, 1969). No Brasil, é encontrada nos seguintes estados: Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, São Paulo (Silva et al., 1968), Sergipe (Ferreira; Leal, 1989) e Ceará. A ampla distribuição

de *B. sophorae*, desde o Piauí até São Paulo, incluindo Minas Gerais e Distrito Federal, é também relatada por Mariconi e Zamith (1976). A subespécie *B. sophorae laurenti* foi registrada pela primeira vez no Estado de Alagoas (Marciano, 2007).

Natureza do dano

Em decorrência do ataque, pode provocar desfolhamento parcial ou total, quando restam na copa da planta apenas as nervuras centrais dos folíolos e a raque principal da folha. Essa redução da folhagem prejudica a transpiração e a fotossíntese da planta hospedeira, ocasionando danos ao seu desenvolvimento e à produção. Lever (1969) cita que o desfolhamento total do coqueiro pode provocar queda prematura dos frutos, atraso na colheita em 12 a 18 meses e, nos casos extremos, a morte da planta. Experimento conduzido em Papua Nova Guiné, em que se fez a eliminação da área foliar, mostrou, 5 meses depois de cessado o desfolhamento, uma diferença significativa de 50% a 60% no rendimento das plantas, e de 70% após os 17 meses (Bailey et al., 1977 citado por Ohler, 1984). Esses autores concluíram que desfolhamentos superiores a 40% afetam o rendimento da cultura.

Medidas de controle

Iniciar o monitoramento de *B. sophorae* a partir do 3º ano do plantio para detectar a presença da praga e adotar medidas de controle logo que as primeiras lagartas ou os primeiros ninhos sejam descobertos. A coleta manual dos ninhos é o méto-

do mais eficiente de controle da praga. Entretanto, o grande entrave ao uso dessa prática nas grandes plantações está na logística operacional adotada, à medida que as plantas vão atingindo portes altos. Os ninhos são retirados da planta com o auxílio de uma vara, que deve ser leve, de preferência de alumínio, e conter, presa na sua extremidade, uma pequena foice. Ao atingir o chão, as lagartas são, então, esmagadas, ainda dentro do ninho, utilizando-se os pés ou pedaços secos da raque da folha.

A espécie *B. sophorae* é atacada por diversos inimigos naturais. No Brasil, há registro de crisálidas parasitadas pela mosca *Xanthozona melanopyga* (Diptera: Tachinidae) (Silva et al., 1968; Moura; Vilela, 1998), pelos himenópteros *Brachimeria* sp., *B. annulata*, *B. incerta*, *B. ovata*, *Sphilochalcis morleyi* e *S. nigrifons*, (Hymenoptera: Chalcididae) (Silva et al., 1968; Ferreira; Lins, 2002), pelas moscas *Sarcophaga* sp. (Diptera: Sarcophagidae) (Ferreira; Lins, 2002), *Argoravinia* sp. (Diptera: Sarcophagidae) *Belvosia* sp., *B. bicincta*, *Hemimasipoda* sp. (Diptera: Tachinidae) (Silva et al., 1968), *Winthemia erythrina*, *W. pinguis* (Lepesme, 1947; Silva et al., 1968); e ovos parasitados pelos himenópteros *Anastatus* sp., *A. reduvii* (Hymenoptera: Eupelmidae), *Telenomus* sp., *T. nigrocoxalis* (Hymenoptera: Scelionidae) e *Tetrastichus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) (Lepesme, 1947; Silva et al., 1968). Mais recentemente, Marciano et al. (2009) registraram, no Estado de Alagoas, a primeira ocorrência de parasitismo de *B. sophorae laurentii* Stichel

por *W. analis* (Macquart), como parasitoide de lagartas e crisálidas.

Lagartas e crisálidas de *B. sophorae* também são parasitadas pelos fungos entomopatogênicos *Beauveria brongniartii* e *B. bassiana* (Figura 44), pela bactéria *Bacillus thuringiensis* (Ferreira; Lins, 2002) e pelo fungo do gênero *Nomurae* (Moura; Vilela, 1998).



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 44. Lagartas de *Brassolis sophorae* parasitadas pelo fungo *Beauveria bassiana*.

Estudos realizados no laboratório e no campo comprovaram a patogenicidade de um isolado de *B. brongniartii* sobre lagartas e crisálidas de *B. sophorae* (Ferreira; Leal, 1989). O nível de infecção obtido foi superior a 90%, quando pulverizado na concentração de $1,65 \times 10^7$ conídios por mililitro, com picos de mortalidade/infecção de 6 dias em laboratório e 8 dias no campo, após a aplicação da suspensão. Avaliado ao longo do tempo, demonstrou sua capacidade de estabelecimento e de disseminação no coqueiral, infectando as lagartas durante todo o ano. Outro isolado de *B. bassiana* também apresentou alta taxa de parasitismo (em torno de 92,5%) e capacidade de estabelecimento e disseminação. Aplicado durante os picos da praga, ocorri-

do nos meses de fevereiro/março e junho/julho, observou-se, no surto seguinte (setembro/outubro), uma taxa de infecção natural equivalente a 20%, o que demonstra a capacidade do fungo de se estabelecer e provocar enzootias (Ferreira et al., 2001b).

O emprego de técnicas capazes de favorecer a multiplicação e a preservação da entomofauna benéfica na plantação é de extrema importância na implantação de um programa de manejo, como forma de manter em equilíbrio a população de *B. sophorae*. Há bioinseticidas no mercado à base do fungo *B. bassiana* (Boveril) e da bactéria *B. thuringiensis* (Dipel, Thuricide, Bac-control, Agree), que, se utilizados adequadamente nas ações de manejo, contribuem para essa finalidade. Aplicações com *B. bassiana* na concentração 1×10^{-7} conídios por mL poderão ser iniciadas tão logo se observe na plantação a presença do adulto da praga. Pretende-se, com isso, que patógeno entre em ação ainda nos primeiros ínstares da lagarta, ou a qualquer momento, ao se notar a presença de ninhos nas plantas, já que esse patógeno possui ação de controle nas diversas fases da lagarta. O emprego de produtos com *B. thuringiensis* 0,4 L ou g a 0,5 L ou g do p.c. por hectare, gastando 400 L de calda por hectare, é mais eficaz quando as lagartas se encontram em ínstares mais adiantados, pela possibilidade de maior ingestão de partículas tóxicas. Mesmo sendo tardia em relação aos danos provocados à planta, a ação desse patógeno é considerada positiva, pois, a cada nova geração da praga, há uma redução gradativa da população. O resultado no campo não ocorre de imediato, a exemplo do que se dá com

os produtos inseticidas, mas, mesmo que ainda se encontrem lagartas vivas alguns dias depois do tratamento, elas deixarão de se alimentar 3 ou 4 dias depois de serem contaminadas pelos patógenos. Aplicações com bioinseticidas devem ser realizadas nas horas mais amenas do dia, de preferência ao final da tarde.

Considerando a alta eficiência de controle conferida pelos entomopatógenos e a riqueza de predadores e parasitoides encontrados nas plantações de coqueiro, recomenda-se que os inseticidas químicos sejam utilizados somente em casos de elevada infestação, dando-se preferência a produtos seletivos aos inimigos naturais da praga. Utilizar de 4 L a 5 L da solução por planta e dirigir o jato da calda para as folhas mais próximas dos ninhos, sendo obrigatório o uso de equipamento de proteção individual (EPI). Vale ressaltar que apenas o produto lufenuron é registrado no Mapa para controle dessa praga na cultura do coqueiro (Agrofit, 2014).

Broca-do-dendezeiro, broca-da-coroa-foliar-do-coqueiro

Eupalamides cyparissias
cyparissias (Fabr., 1776)
 [= *Eupalamides dedalus*
 (Cramer, 1775)] e *Castnia*
dedalus (Cramer, 1775)
 (Lepidoptera: Castniidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto (Figura 45) é uma mariposa grande, com asas de coloração marrom-escura

e reflexos violeta, tendo as fêmeas uma envergadura entre 170 mm e 205 mm, e os machos, entre 170 mm e 185 mm. Nas asas posteriores, possui duas fileiras de pontuações amarelo-esbranquiçadas, acompanhando seu contorno, e, na parte média das asas anteriores, uma faixa amarela transversal e pontuações da mesma cor nas extremidades. Aparentemente, não possui dimorfismo sexual, com exceção do frênu-lo, que facilita na sexagem. Na cabeça, chamam a atenção os grandes olhos. A fêmea faz a postura de forma isolada, nos cachos e nas axilas foliares, ou em pequenos grupos, o que indica a grande capacidade de dispersão da espécie. O ovo (Figura 46) é relativamente grande, medindo cerca de 5 mm a 6 mm de comprimento por 2 mm de largura, de formato ovalado e provido de cinco estrias longitudinais proeminentes, semelhantes a um grão de arroz. Inicialmente é esbranquiçado, mas, à medida que os dias passam, torna-se leitoso, depois levemente rosado e finalmente escuro, quando

se aproxima a eclosão da larva. A larva (Figura 46) possui coloração branco-leitosa, cabeça fortemente esclerificada, de cor castanho-brilhante, com mandíbulas negras e fortes. Ao eclodir, o ovo mede aproximadamente 7 mm de comprimento, podendo alcançar de 110 mm a 130 mm no final do desenvolvimento, quando se transfere para a região superior do estipe, para empupar. Nesse estágio, fica com a metade caudal no interior do estipe, até a emergência do adulto. A pupa é de cor castanho-escura brilhante, mede de 64 mm a 95 mm de comprimento, e possui o poro anal e o genital bem definidos, o que facilita a sexagem. Em geral, a pupa que dá origem ao macho é de tamanho menor. O casulo formado pela pupa é de cor marrom-escura e é confeccionado com as fibras compactadas da palmeira. (Korkytowski; Ruiz, 1979a, 1979b).

No Peru, a mariposa *E. cyparissias cyparissias* é considerada uma das pragas mais prejudiciais do dendezeiro, em cujo hospedeiro apresenta como principais características: a) comportamento matutino e vespertino

Foto: Lindáurea Alves de Souza



Figura 45. Adulto de *Eupalamides cyparissias cyparissias*.



Foto: Lindáurea Alves de Souza

Figura 46. Ovos e larva minadora de *Eupalamides cyparissias cyparissias*.

bem característico, voando somente por um período de 10 a 15 minutos, nas primeiras horas da manhã (das 6h às 6h15) e nas primeiras horas da noite (das 18h às 18h15), permanecendo o restante do dia pousada no estipe próximo à copa da palmeira; b) voo rápido, silencioso e realizado a uma altura entre 1 m e 4 m; c) acasalamento dos adultos com maior frequência após o voo da tarde, quando se observam dois ou três machos voando atrás de uma fêmea; d) cópula com duração de 1 a 3 horas; e e) início da oviposição somente 24 horas depois da cópula. As larvas alimentam-se preferencialmente no interior da espata dos cachos ainda verdes e depois perfuram os cachos maduros na inserção com o pedúnculo, constroem uma galeria em diagonal, chegando a atingir de 4 cm a 5 cm de comprimento, quando, finalmente, fazem uma perfuração vertical até encontrar o estipe, onde penetram. Raramente são observadas pequenas larvas alimentando-se das gemas florais (Korkytowski; Ruiz, 1979a, 1979b).

O ciclo de vida de *E. cyparissias cyparissias* apresenta os seguintes dados biológicos: período de oviposição: 12 a 17 dias; número de ovos por fêmea: de 200 a 500 ovos, com uma média de 265, dos quais a maioria é colocada nos primeiros 5 dias; período de incubação: 10 a 15 dias; número de ínstares: 14; período larval: de 144 a 403 dias, com uma média de 233 dias; período pré-pupal: 19 dias; período pupal: 30 dias; longevidade do macho: 12 ou 13 dias; longevidade da fêmea: 15 a 18 dias, o que totaliza um ciclo de aproximadamente 14 meses (Korkytowski; Ruiz, 1979a, 1979b). Outros dados sobre a

biologia e o comportamento da praga são citados por Schuilling e Dinther (1980).

Plantas hospedeiras

Dendezeiro (*Elaeis guinensis*), coqueiro (*Cocos nucifera*), açazeiro (*Euterpe oleracea*), bacabeira (*Oenocarpus maropa*) e bacabinha (*O. minor*). De acordo com Cleare, citado por Reyne (1929), essa praga pode atacar palmeiras dos gêneros *Sabal* (*S. blackburnianum*, *S. mexicanum*), *Livistona* (palmeira-de-leque (*Livistona chinensis* e *Livistona* sp.) e *Washingtonia* (*W. filifera*), além de buriti (*Mauritia flexuosa*), aricuriroba (*Cocos schizophylla*), jerivá (*C. romanzoffiana*), palmeira-rainha (*C. plumosa*), palmeira-egípcia (*Hyphaene thebaica*), tamareira-selvagem (*Phoenix rupiloca*), palmeira-amarela-de-mauricius (*Latania aurea*), palmeira-de-leque-de-fiji (*Pritchardia pacifica*) e tamareira (*Phoenix dactylifera*). Strand (1913), citado por Heyde (1973), relata as palmeiras inajá (*Maximiliana maripa*) e tucumã-branco (*Astrocaryum paramacca*) como plantas hospedeiras dessa praga. Sefer (1961) também relata a bananeira (*Musa* sp.) no Estado do Pará.

Distribuição geográfica

A espécie encontrada nos seguintes países: Venezuela, Suriname, Guiana, Brasil (Região Norte), Colômbia, Equador, Peru e Panamá, em plantações de dendezeiros, coqueiros e palmeiras nativas (Heyde, 1973; RAY, 1973; Genty et al., 1978; Korkytowski; Ruiz, 1979a). Há indícios da ocorrência de *E. cyparissias cyparissias* causando danos

em plantações de coqueiro nos estados do Maranhão e do Piauí.

Natureza do dano

A ação da larva ocorre na região da copa da planta, onde se alimenta dos tecidos fibrosos na superfície do estipe, perfurando a base do pedúnculo do cacho e das folhas no sentido longitudinal, ou penetrando através dessas estruturas no estipe, na região de crescimento da planta. Grandes sulcos longitudinais na porção superior do estipe são sinais do ataque da praga (Figura 47). Como consequência, as folhas ficam carcomidas próximo aos pecíolos, penduradas no estipe e terminam por cair.

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 47. Sulcos longitudinais deixados pelas larvas de *Eupalamides cyparissias cyparissias* na porção superior do estipe do coqueiro.

No interior do estipe, as larvas, ao atingirem a região do meristema, provocam apodrecimento dos tecidos, e, conseqüentemente, a morte da planta. Concomitantemente aos prejuízos causados pelas larvas, podem ocorrer danos causados pelas larvas de *R. palmarum*, cujos adultos são atraídos pelo cheiro podre dos tecidos danificados pelas larvas de *E. cyparissias cyparissias* (Risco, 1996). Esse autor estima que uma forte incidência de *E. cyparissias cyparissias* na plantação de coqueiro pode reduzir em até 50% a produção, além de propiciar o ataque de *R. palmarum*, principal vetor das doenças anel-vermelho e resinose.

Essa praga reduz acentuadamente o número e o tamanho das folhas, que caem prematuramente, reduzindo também o número de inflorescências e frutos. Muitas flores são abortadas e, nos casos mais severos de ataque, a praga provoca a morte da planta. Ray (1973) constatou que, na Guiana, em uma plantação de coqueiro atacada por *E. cyparissias cyparissias*, as palmeiras infestadas apresentavam 85% mais abortamento das flores do que as plantas sadias. Na região de Moju, no Estado do Pará, *E. cyparissias cyparissias* é praga-chave na plantação de coqueiro, em virtude do desenvolvimento biológico contínuo durante o ano e da natureza de seu dano. A estimativa da população larval para uma área de 400 ha foi avaliada em 30,24 larvas por hectare, considerada uma população bastante alta (Risco, 1996). Nessa plantação, foram encontradas, na região da copa e no estipe do coqueiro, até 72 larvas da praga em diferentes instares, além de pré-pupas e pupas. No dendê, em casos de infestações severas, é possível contar de 600 a 900 larvas

por planta dentro do tronco e dos cachos (Genty et al., 1978).

Medidas de controle

É difícil controlar determinadas espécies de brocas de palmeiras que constroem galerias no interior do estipe, principalmente na porção localizada na copa da planta. Ray (1973) testou na Guiana diversos inseticidas em pulverização e um injetado no estipe, em três furos com 7,5 cm de profundidade, a uma altura de 1 m do solo, sendo que este último foi o que apresentou o melhor resultado. Genty et al. (1978) e Korkytowski e Ruiz (1979a) recomendam a adoção das seguintes práticas fitossanitárias para reduzir a população da praga:

- Realização de poda de folhas infestadas e colheitas industriais, além de limpeza da copa da planta uma ou duas vezes por ano, eliminando-se, assim, todos os pedúnculos podres e, conseqüentemente, as larvas, as pupas e os adultos que se encontram nesses pedúnculos, operações estas que devem ser seguidas por controle químico (esse procedimento deve ser feito quando, em levantamentos periódicos da população da praga, forem detectadas na planta larvas do 1° ao 10° ínstar).
- Retirada de pupas e larvas alojadas nas bainhas foliares, feita com o auxílio de uma vara, na época de maior incidência, e captura dos adultos, com redes entomológicas.
- Utilização do parasitoide de ovos *Ooencyrtus* sp., que contribui para a redução de 6% a 10% da população de *E. cyparissias cyparissias* a cada geração.

- Realização de controle químico, procedimento esse que pode ser orientado para o tratamento da copa da planta infestada, com pulverização em alta pressão, com produto de contato, para eliminar as larvas do primeiro ao quinto ínstar, com até 3 cm de comprimento e que ainda não estejam alojadas no pedúnculo foliar ou no estipe.
- Tratamento da copa logo após a poda (1 a 3 dias), para eliminar larvas do quinto ao décimo ínstar, com 3 cm a 6 cm de comprimento.
- Tratamento dos pedúnculos, logo após a colheita, para eliminar as larvas do 11° ao 14° ínstar, com mais de 6 cm de comprimento.

Para Mariau e Huguenot (1983), o controle dessa praga deve ser feito 1 a 2 meses após o pico populacional dos adultos. Se o nível de emergência estiver muito escalonado, deverão ser realizados dois tratamentos químicos, com intervalos de 2 a 3 meses, antes de as larvas penetrarem no estipe da palmeira.

Com o forte ataque de *E. cyparissias cyparissias* ocorrido na região de Moju, PA, tentou-se ajustar as práticas de controle existentes para reduzir a população a níveis suportáveis na plantação. Risco (1996) determinou o nível de controle da praga em 5% das plantas amostradas. Atingido esse nível, o autor recomenda que, de imediato, proceda-se, na área afetada, à catação das larvas e das pupas e à pulverização de toda a copa da planta e da região dos pecíolos das folhas, com produtos sistêmicos, se a população larval atingir níveis muito al-

tos na plantação. Na ocasião, Souza et al. (1996) testaram os inseticidas carbosulfan a 0,02% i.a., carbaril a 0,17% i.a. e monocrotofos a 0,06% i.a., obtendo resultados de controle bastante promissores. A eficiência obtida foi de 90,7%, 82,6% e 85,3%, respectivamente. Os excelentes resultados demonstrados sobre a população larval da praga levaram ao registro do produto Marshal 200S (carbosulfan) no Mapa para controle dessa praga em coqueiro. Entretanto, recentemente, a formulação 200SC deixou de ser produzida, e as novas formulações lançadas no mercado (Marshal 400SC e Marshal 700SC) não mais possuem registro de uso para a cultura do coqueiro.

Pouco se conhece sobre a ação de agentes naturais que tenham ação efetiva de controle da população de *E. cyparissias cyparissias* no Brasil. Levantamentos realizados na plantação de coqueiro na região de Moju, PA, mostraram a presença de uma formiga e de um microimenóptero atacando ovos, e dos fungos *B. bassiana* e *Metarhizium anisopliae* infectando crisálidas. No Peru, Korkytowski e Ruiz (1979b) encontraram a espécie *Ooencyrtus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitando ovos.

Lagarta-desfolhadora-das-palmeiras

Opsiphanes invirae (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Nymphalidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto (Figura 48) é uma borboleta com asas marrons; as anteriores são cortadas



Foto: Ricardo Póvoa Cavalcanti de Araújo

Figura 48. Adulto de *Opsiphanes invirae*.

transversalmente por uma larga faixa sinuosa irregular, amarelo-alaranjada, dividida por nervuras mais escuras, e ângulo apical marcado por duas manchas pequenas brancas; e as posteriores são ligeiramente dentadas, da mesma cor das anteriores, e com uma faixa circular amarela próximo às extremidades. A face ventral das asas apresenta coloração negro-violácea, cortada por uma faixa amarela, com duas linhas sinuosas no bordo externo. O macho mede 60 mm a 70 mm de envergadura, e a fêmea, 70 mm a 85 mm. A fêmea distingue-se do macho por apresentar coloração mais clara, maior largura da banda transversal amarelada, e por possuir, nas asas posteriores, um tufo de pelos semelhantes a um pincel (Bondar, 1940). O macho de *O. invirae* parece-se com a fêmea de *B. sophorae* pelos desenhos e pela coloração das asas; no entanto, possui asas maiores e uma faixa transversal mais estreita e alongada próximo à base (Lepesme, 1947). Essa praga tem hábito diurno, voa alto e rápido, e deposita os ovos individualmente, na página inferior dos folíolos, ao entardecer (Bondar, 1940).

O período de incubação do ovo é de 8 a 10 dias (Genty et al., 1978). A lagarta (Figura 49) tem o corpo verde-claro brilhante, coberto por fina pubescência branca e marcado por duas finas listras longitudinais, de coloração amarelo-ocre. A cabeça tem coloração rósea e é ornada com dois prolongamentos espinhosos; o último segmento abdominal termina em cauda longa, bífida e coniforme. Durante o dia, permanece imóvel na dobra do folíolo, por cima de uma secreção fina e sedosa, que, aliada à sua coloração verde, torna-a quase imperceptível. A lagarta passa por cinco ecdises em 36 a 47 dias de desenvolvimento e, no último estágio, mede cerca de 100 mm. A crisálida (Figura 50) mede de 35 mm a 40 mm de comprimento, tem coloração inicial verde, que se torna, em seguida, róseo-amarronzada. Possui, transversalmente, finas listras avermelhadas e, longitudinalmente, três outras, da mesma cor, sendo duas laterais e uma dorsal. A região cefálica é marcada por duas pequenas manchas douradas. Permanece nessa fase por 15 a 20 dias. O ciclo de ovo a adulto é de 59 a 77 dias (Genty et al., 1978).

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 49. Lagarta de *Opsiphanes invirae*.

Plantas hospedeiras

Coqueiro (*Cocos nucifera*), butiazeiro (*Syagrus eriospatha*), jerivá (*S. romanzoffiana*), carnaú-

ba (*Copernicia cerifera*), palmeira-de-leque (*Livistona rotundifolia*), palmeira-de-leque-da-austrália (*L. australis*) e palmeira-imperial (*Roystonea oleracea*). Além das palmáceas, é relatada em folhas de bananeira (*Musa paradisiaca*) (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

Encontra-se distribuída em toda a parte setentrional da América do Sul e da América Central (Lepesme, 1947). No Brasil, foi observada nos estados de Alagoas, Amazonas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo (Silva et al., 1968) e Sergipe.



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 50. Crisálida de *Opsiphanes invirae*.

Natureza do dano

As lagartas alimentam-se dos folíolos das folhas medianas e mais velhas, podendo causar desfolhamento parcial ou total em plantas adultas, atrasando ou reduzindo a produção. Trata-se de uma praga esporádica na plantação, mas, quando ocorre, provoca sérios danos, por seu aparecimento repentino e em alta densidade, e também pela grande voracidade das lagartas, que,

segundo Genty et al. (1978), chegam a consumir cerca de 700 cm^2 a 800 cm^2 de folha, o que equivale a três folíolos por indivíduo. Em plantios jovens, pode provocar retardo no desenvolvimento e na entrada em produção das plantas. Não há registro de ataque dessa praga no viveiro ou em mudas recém-transplantadas para o campo.

Medidas de controle

Armadilhas do tipo caça-borboleta são recomendadas para monitorar o aparecimento dessa espécie. Nas plantações com mata nas proximidades, as armadilhas devem ser distribuídas, de preferência, na bordadura do plantio mais próximo da mata, bem como no interior do plantio. A armadilha é feita com recipientes plásticos disponíveis na propriedade. Deve dispor de uma área aberta, que permita a exposição do material atrativo e o pouso de um grande número de borboletas (Figura 51). Como material atrativo, recomenda-se o uso do melaço de cana-de-açúcar puro ou em mistura com água (partes iguais: 1 L:1 L) + produto químico (1 mL L^{-1} do produto

comercial). As borboletas atraídas para a armadilha ficam grudadas ao pousarem no melaço ou morrem em contato com a mistura química. Periodicamente, as borboletas são retiradas da armadilha, com o auxílio de uma espátula ou algo similar, e, sempre que necessário, deve ser adicionado mais material atrativo. Essa é uma medida eficiente para monitorar a presença da praga ou ajudar a reduzir a população dos adultos. Em coqueiro baixo, é possível realizar a operação de catação e destruição manual das lagartas.

Genty et al. (1978) sugerem o controle da espécie *O. cassiae* por meio de vigilância contínua e da avaliação do índice crítico, feito por meio da contagem de lagartas, na folha 25, de 2 plantas por hectare. Se forem encontradas 10 a 15 lagartas por folha (índice crítico), os autores recomendam efetuar o controle químico ou o biológico com o *Bacillus thuringiensis* ($1,2 \text{ kg ha}^{-1}$ do produto comercial), gastando em média 400 L ha^{-1} , e utilizar armadilhas atrativas com soluções adocicadas + metomil (1 g L^{-1}) para reduzir a população dos adultos da praga. Aconselha-se utilizar o mesmo nível de controle da *O. cassiae* para definir as ações de controle de *O. invirae*, mas, no plano de manejo da praga, deve-se optar pela pulverização das plantas com produtos disponíveis no mercado, à base de *Bacillus thuringiensis* ($0,4 \text{ L kg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ a $0,5 \text{ L kg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ do produto comercial, gastando 400 L ha^{-1} de calda), e pelo monitoramento com armadilhas atrativas, sem adição de inseticidas.

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 51. Armadilhas caça-borboletas para captura de adultos de *Opsiphanes invirae*.

Alguns inimigos naturais são citados parasitando as lagartas de *O. invirae*. São eles: os microimenópteros *Apanteles* sp., *Spilochalcis morleyi*, *S. nigrifrons* (Silva et al., 1968) e *Cotesia alius* (Salgado Neto, 2013), e o díptero *Xanthozona melanopyga* (Silva et al., 1968). Além desses parasitoides, tem como predador o percevejo *Alcaeorrhynchus grandis* (Ribeiro et al., 2010). As crisálidas, por sua vez, são parasitadas pelo himenóptero *Conura* (*Conura*) *maculata* (Salgado Neto; Silva, 2011). Em um programa de manejo da praga, é importante utilizar técnicas que possam favorecer a multiplicação e a preservação dessa entomofauna benéfica, de forma a manter sua população em equilíbrio na plantação.

Lagarta-verde-do-coqueiro

Synale hylaspes Cramer, 1782
(Lepidoptera: Hesperiiidae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto é uma borboleta de 4,5 cm de envergadura, de cor preta. Na face dorsal da asa anterior, possui uma mancha branca e outra translúcida e, na asa posterior, uma mancha branca. Na face ventral da asa dianteira, as manchas correspondem às da face dorsal; entretanto, a mancha branca posterior é maior, e a faixa subapical é mais larga. Na asa posterior, a mancha branca prolonga-se até a base, terminando com uma coloração amarelo-dourada (Bondar, 1940). A lagarta (Figura 52) é verde-clara, tem hábito noturno e somente se alimenta em mudas e plantas recém-transplantadas



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 52. Lagarta de *Synale hylaspes* coberta pelo pó branco que libera no interior do abrigo.

para o campo. Na planta, forma um abrigo, usando preferencialmente as folhas cujos folíolos ainda se encontram presos uns aos outros, onde secreta uma substância branca, e forma filamentos esbranquiçados que unem as bordas da folha hospedeira, ficando todo o interior do abrigo e a lagarta revestidos por um pó branco (Figura 52). A lagarta permanece nesse abrigo durante todo o dia, saindo à noite para se alimentar.

Plantas hospedeiras

Coqueiro (*Cocos nucifera*), palmeira-de-leque (*Livistona rotundifolia*) e palmeira-de-leque-da-china (*L. chinensis*) (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

No Brasil, é encontrada nos seguintes estados: Bahia, Sergipe (Silva et al., 1968), Ceará, Pernambuco e Paraíba. Sua ocorrência foi registrada também na Argentina (Lepesme, 1947).

Natureza do dano

A lagarta alimenta-se do limbo foliar, causando desfolhamento em mudas no viveiro, em plantas recém-transplantadas para o campo e em plantas com 1 a 2 anos de idade, a depender do seu desenvolvimento.

Medidas de controle

Detectado o ataque dessa praga no viveiro ou campo, recomenda-se intensificar a fiscalização da área infestada e proceder à catação manual da lagarta. Somente em caso de ataque severo (muito raro) é que se recomenda o tratamento da área infestada com produtos à base de *Bacillus thuringiensis* ($0,4 \text{ L kg}^{-1}$ a $0,5 \text{ L kg}^{-1}$ do p.c. ha^{-1} , usando 400 L de calda por hectare), sendo duas aplicações em intervalos quinzenais. Cuidar para fazer a aplicação nas horas mais amenas do dia.

Ordem Hemiptera

Mosca-branca-do-coqueiro

Aleurodicus pseudugesii Martin,
2008 (Hemiptera: Sternorrhyncha:
Aleyrodidae: Aleyrodicinae)

Descrição, biologia e comportamento

O adulto (Figura 53) possui o corpo e o pronoto de cor amarelo-clara; asas alongadas e maiores do que o corpo, de cor branco-translúcida, com uma mancha branca contínua na base, duas faixas transversais de cor branca, sendo uma contínua e a outra

dividida em duas manchas, e uma mancha branca na extremidade. A fêmea põe os ovos (Figura 54) individualmente, na face ventral dos folíolos, nas pequenas espirais preparadas com o pó branco secretado pela fêmea. As ninfas, que são translúcidas e de coloração amarelo-clara, sugam a seiva da planta e secretam uma camada branca cerácea que as protege. Observou-se que *A. pseudugesii* se movimenta principalmente à noite e nas horas mais frescas do dia, e se dissemina por meio de vento, roupas, equipamentos, veículos e mudas provenientes de viveiros infestados. No coqueiro, completa todo o ciclo de vida na planta e tem capa-



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 53. Adulto de *Aleurodicus pseudugesii* em folha de coqueiro.



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 54. Postura de *Aleurodicus pseudugesii* em forma de espiral.

cidade de colonizar toda a folha em cerca de 90% da coroa foliar. O coqueiro-anão-verde é a cultivar mais suscetível ao ataque dessa espécie no Brasil (Ferreira et al., 2011).

Omena et al. (2012) assinalaram a ocorrência de 26 espécies de aleirodídeos em coqueiro no Brasil. Somente no Estado do Rio de Janeiro, já foram relatadas dez espécies, além de três novas espécies dos gêneros *Aleurodicus*, *Nealeurodicus* e *Tetraleurodes*, ainda a serem descritas (Jesus et al., 2008). Recentemente, foram registrados em coqueiro surtos severos de moscas-brancas em diversos estados brasileiros (Ferreira et al., 2011; Omena et al., 2012). A espécie *A. pseudugesii* foi a que se mostrou mais agressiva, atingindo extensas áreas de plantios e até 90% das folhas da planta. Entretanto, atribui-se maior importância à primeira pela sua dispersão em território nacional (Figura 55), pela sua elevada densidade populacional e pelo alto grau de dano provocado.

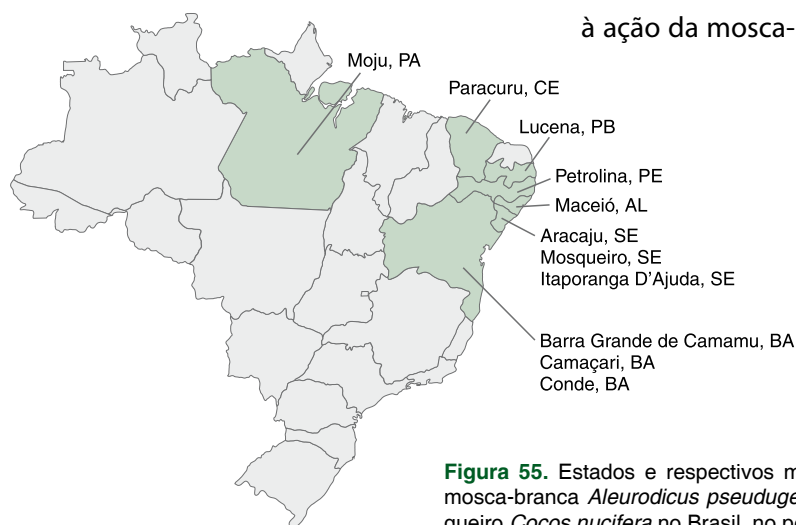


Figura 55. Estados e respectivos municípios onde a ocorrência da mosca-branca *Aleurodicus pseudugesii* foi registrada danificando coqueiro *Cocos nucifera* no Brasil, no período de 2008 a 2012.

Plantas hospedeiras

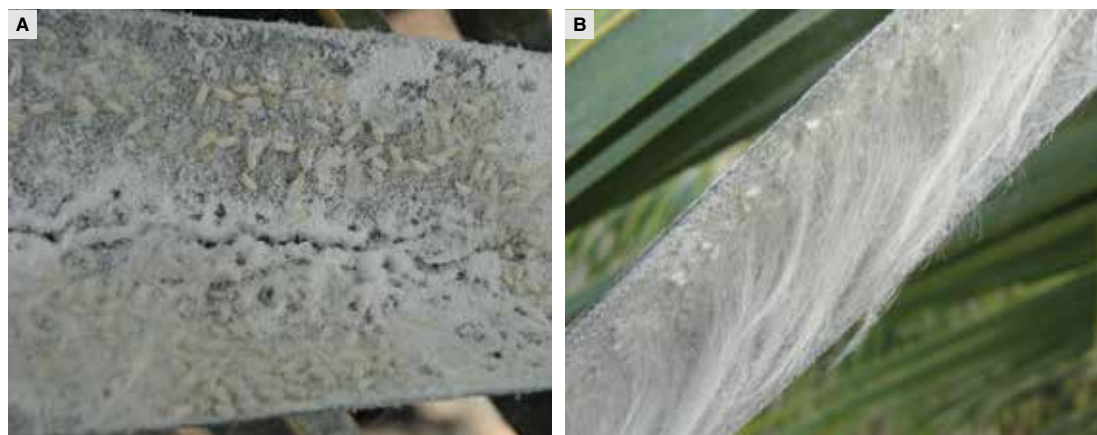
Coqueiro (*Cocos nucifera*), araticum (*Annona* sp.) e sapoti (*Achras sapota parensis*) (Martin, 2008).

Distribuição geográfica

Sua ocorrência em coqueiro foi registrada no Equador e no Peru e, mais recentemente, no Brasil, nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Pará, Paraíba, Sergipe (Ferreira et al., 2011; Omena et al., 2012) e Pernambuco.

Natureza do dano

Ao sugar a seiva, secreta uma substância branca adocicada, que se espalha sobre a face ventral dos folíolos, formando uma camada branca serosa (Figura 56A) ou fios brancos, alongados, translúcidos, que se dissolvem ao serem tocados (Figura 56B). Essa substância favorece também o desenvolvimento do fungo *Capnodium* spp., conhecido por fumagina, que cobre, com uma camada preta, a face dorsal dos folíolos. Todas essas barreiras físicas, associadas à ação da mosca-branca na planta, interfe-



Fotos: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 56. Camada branca cerosa (A) e fios alongados translúcidos (B), secretados por *Aleurodicus pseudugesii*, cobrindo a face ventral da folha de coqueiro.

rem no processo de fotossíntese e, consequentemente, na produção. O ataque da mosca-branca pode atingir todas as folhas do coqueiro, ficando a planta com uma coloração branco-prateada (Figura 57) e com os folíolos endurecidos e quebradiços.

Inicialmente, essa praga ocorre em reboleiras, mas pode atingir todo o plantio. Até o momento, não foram detectadas alterações fitotóxicas causadas pela mosca-branca em coqueiro. No Município de Paracuru, CE,

o ataque da praga chegou a atingir 30% de um plantio de coqueiro-anão-verde, ou 1.482 plantas, reduzindo a produção de coco em 35,9% (Ferreira et al., 2011). No entanto, acredita-se que essa perda possa chegar a índices bem maiores se a praga não for controlada na plantação.

Medidas de controle

No mercado, existem vários produtos neonicotinoides, como piridil éter e tiadiazinona, que estão registrados para controle de outras espécies de moscas-brancas e em outras culturas. Entretanto, nenhum desses grupos tem registro para uso contra essa praga em coqueiro. Como os surtos ocorridos da mosca-branca são bastante severos e muito recentes no Brasil, não se sabe como combatê-la de forma a prevenir danos econômicos. Convém também ressaltar outros pontos que dificultam as ações de controle da mosca-branca no coqueiral: a) a não disponibilização de equipamentos compatíveis com o porte das plantas, que chegam a atingir, na sua fase produtiva, mais de 15 m

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 57. Coloração branco-prateada, adquirida pelo coqueiro atacado por *Aleurodicus pseudugesii*.

de altura; b) a velocidade de propagação e multiplicação da praga; c) a densidade populacional elevada em que é encontrada na planta, chegando a povoar mais de 90% da coroa foliar; d) a barreira física que forma ao secretar uma camada branca, serosa, na face ventral do folíolo, para proteger suas ninfas; e e) sua ocorrência em áreas povoadas, incluindo residências, chácaras e condomínios (Ferreira et al., 2011).

Em plantios ainda jovens e em mudas, a praga pode ser combatida com uma mistura de óleo de algodão bruto a 2% + detergente neutro a 1%, ou, então, utilizando óleos vegetais emulsionáveis, disponíveis no mercado a 0,2% a 0,3%. Pulverizações quinzenais são requeridas para a eliminação dos adultos, e devem ser realizadas sempre nas horas de temperaturas amenas e com pouco vento. Devem ser dirigidas para a face ventral dos folíolos das folhas infestadas (Ferreira et al., 2011).

Em plantios safreiros e de porte alto, ainda não foi constatada a eficiência do uso dos óleos vegetais, por causa, principalmente, dos pontos acima mencionados. Entretanto, os produtores de coco estão lançando mão de produtos registrados para o controle da mosca-branca em outras culturas, na tentativa de proteger a produção de sua lavoura. Considerando que adultos e ninfas se instalam na face ventral do folíolo e que ventos fortes fecham os folíolos no embalar das folhas, é preciso adicionar ao produto, no preparo da calda, um espalhante adjuvante siliconado (copolímero poliéter-polimetil siloxano), para ajudar na absorção e na penetração do produto, garantindo maior

eficiência à operação de controle. A alta velocidade de reprodução da mosca-branca exige curtos intervalos de aplicação (8 a 15 dias) e maior frequência de aplicações (três ou quatro). Recomenda-se o uso de bico adequado (bico de jato cônico vazio, com difusores intercambiáveis), a fim de garantir a deposição eficiente das partículas da calda sobre a planta (Ferreira et al., 2011).

Outros cuidados podem ser incluídos no manejo da mosca-branca: a) inspeção semanal da plantação para tratamento imediato de qualquer novo foco; b) inspeção, remoção ou tratamento de plantas daninhas hospedeiras da mosca, presentes na área; c) não cultivo de espécies hospedeiras da mosca-branca nas proximidades do plantio; e d) prevenção do trânsito de plantas ornamentais.

Cochonilha-transparente-do-coqueiro

Aspidiotus destructor

Signoret, 1869 (Hemiptera:
Sternorrhyncha: Diaspididae)

Descrição, biologia e comportamento

A fêmea tem o corpo arredondado, coloração amarelo-alaranjada e mede, na fase adulta, em média, 1,3 mm de diâmetro. Ao se fixar em um ponto do folíolo da folha hospedeira, protege-se cobrindo o corpo com uma escama cerosa semitransparente. Fixada nesse ponto, a fêmea alimenta-se, reproduz-se e permanece ali até a morte. No momento da postura (Figura 58), acomoda os ovos um ao lado do outro, ao redor do corpo, ficando protegidos debaixo da

Foto: Joana Maria Santos Ferreira

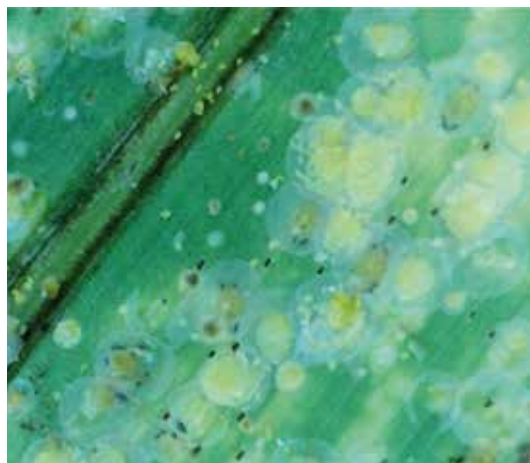


Figura 58. Fêmeas de *Aspidiotus destructor* e arranjo da postura.

escama cerosa (Figura 58). Ao eclodirem, as formas jovens fêmeas, que nesse ínstar são móveis e de coloração amarela, dispersam-se na epiderme foliar e, em seguida, fixam-se em novo ponto do folíolo, aumentando o dano na planta. O macho é alado, com asas transparentes, com pontuações escuras. Na folha do coqueiro, a cochonilha *A. destructor* coloniza a face ventral dos folíolos, no sentido das folhas mais velhas para as mais novas. Em coqueiro safreiro, pode, além das folhas, atacar os cachos, colonizando o pedúnculo floral, os frutos e os ramos florais.

Plantas hospedeiras

Coqueiro (*Cocos nucifera*), dendezeiro (*Elaeis guinensis*) e palmeiras nativas dos gêneros *Attalea*, *Syagrus* e *Polyandrococos* (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

Praga do coqueiro, também presente na Índia, nas Filipinas e no Taiti. No Brasil,

foi registrada nos seguintes estados: Amazonas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Santa Catarina, São Paulo (Silva et al., 1968) e Sergipe.

Natureza do dano

A fêmea, ao se alimentar nos folíolos, sugando as proteínas contidas na seiva da planta, provoca clorose nos folíolos, seguida do secamento parcial ou total da folha (Figura 59). Essa redução da área foliar interfere na fotossíntese e no metabolismo da planta, causando o enfraquecimento da planta. A depender da intensidade do ataque, provoca, em coqueiro jovem, atraso no desenvolvimento vegetativo, retardando sua entrada em produção, podendo lhe causar a morte. Já no coqueiro adulto, quando o ataque ocorre nas folhas, provoca redução na produção da planta; nos frutos, pode provocar clorose (Figura 60) e deformação, depreciando o valor do produto no mercado, e redução no seu tamanho; e, na inflorescência e nos cachos novos, o abortamento das flores femininas e a queda de frutos novos. O ataque



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 59. Ataque de *Aspidiotus destructor* na folha do coqueiro.

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 60. Ataque de *Aspidiotus destructor* no fruto do coqueiro.

da praga ocorre inicialmente em reboleira e, nas infestações mais severas, pode atingir todo o plantio. Dissemina-se entre plantas próximas, carregada tanto pelo vento quanto pelo homem, durante a colheita e os tratos culturais. Coloniza a planta a partir das folhas mais velhas.

Medidas de controle

Uma plantação com sintoma de ataque de *A. destructor* deve ser regularmente monitorada. Algumas espécies de joaninhas, tanto na fase adulta quanto na fase larval, são predadoras de *A. destructor*. Em estudos realizados na Embrapa Tabuleiros Costeiros, foram registradas as espécies *Zagloba beaumontii*, *Azya trinitatus* e *Chilocorus nigritus* (Coleoptera: Coccinellidae) como promissores predadores de adultos e larvas da cochonilha, além do díptero *Baccha* sp. e da vespa *Aphytis* sp. (Ferreira; Lins, 2002). Esses agentes, quando manejados adequadamente, são capazes de regular eficientemente a população da praga.

As seguintes medidas de proteção poderão ser adotadas no manejo da cochonilha *A. destructor*: a) poda e queima de folhas atacadas; b) manejo de inimigos naturais (preservação ou transferência entre parcelas); e c) uso de óleos vegetais ou minerais emulsionáveis de 0,2% a 0,3% de concentração. Os óleos agem por asfixia ou, então, pela destruição das paredes celulares da cochonilha jovem e adulta, matando-a lentamente. As pulverizações devem ser realizadas nas horas mais amenas do dia e direcionadas para a parte da planta atacada, ou seja, para a face inferior dos folíolos das mudas no viveiro, em planta jovem no campo, e para a região dos frutos no coqueiro safreiro.

Pulgão-preto-do-coqueiro

Cerataphis lataniae

Boisduval, 1867 (Hemiptera:

Sternorrhyncha: Aphididae)

Descrição, biologia e comportamento

É um afídeo de forma circular na fase adulta, cujo diâmetro varia entre 1,5 mm e 2,0 mm. Tem cores marrom-escura e preto-opaca, é esférico, com uma lista transversal mais clara e fina no dorso, e circundado por uma franja de cera branca (Figura 61). Locomove-se lentamente. Fixa o estilete bucal em determinado ponto da planta para sugar a seiva. Há ocorrência de forma alada, que favorece sua propagação. O pulgão, ao se alimentar da seiva da planta, secreta uma substância adocicada. Algumas espécies de formigas são atraídas para a planta e, por terem essa substância adocicada como fonte de alimento, protegem o pulgão da

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 61. Adultos de *Cerataphis lataniae* em folha de coqueiro.

ação de seus inimigos naturais. As colônias, formadas por fêmeas ápteras, ninfas e indivíduos alados, concentram-se, preferencialmente, na folha-flecha, e, a partir daí, colonizam o restante da planta. As ninfas têm coloração verde-clara a verde-musgo, têm a aparência dos afídeos e movimentam-se dentro da colônia. As maiores populações são registradas na estação seca.

Plantas hospedeiras

Coqueiro (*Cocos nucifera*), buri (*Polyandrococos caudescens*), pati (*Syagrus botryophora*), licuri (*S. coronata*), açai (*Euterpe oleraceae*), buriti (*Mauritia flexuosa*), butiá (*Butia* spp.), carnaúba (*Copernicia prunifera*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), além da bananeira (*Musa sapientum*) e diversos gêneros de orquídeas (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

É disseminado pela região tropical, sendo registrado no Brasil nos seguintes estados: Amazonas, Bahia, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São

Paulo (Silva et al., 1968), Ceará, Alagoas, Rio Grande do Norte e Sergipe.

Natureza do dano

A substância açucarada excretada pelo pulgão, ao ser espalhada sobre as folhas no coqueiro jovem e sobre as folhas e os cachos no coqueiro safreiro, favorece o desenvolvimento do fungo *Capnodium* spp., vulgarmente denominado “fumagina”. A fumagina caracteriza-se por uma crosta espessa e negra, que recobre parcial ou totalmente a inflorescência, a parte dorsal dos folíolos e das folhas (Figura 62) e os cachos, incluindo o pedúnculo floral e os frutos (Figura 63), reduzindo, assim, sua capacidade de fotossíntese e, conseqüentemente, seu desenvolvimento e sua produção. Em coqueiro jovem, provoca atraso no desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, retardo no início de produção. Em coqueiros safreiros, provoca também o abortamento de flores femininas, a queda de frutos pequenos e/ou frutos em desenvolvimento e a depreciação comercial, pelo aspecto sujo que deixa no fruto. Os maiores danos



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 62. Ataque de *Cerataphis lataniae* em folha do coqueiro.

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 63. Ataque de *Cerataphis lataniae* em cachos e frutos do coqueiro.

do pulgão são decorrentes do ataque à inflorescência em formação, retardando seu desabrochamento. Esse tipo de ataque estimula a exploração das flores por pequenos curculionídeos e microlepidópteros. Em coqueiro-anão, o ataque desse pulgão manifesta-se com mais severidade do que nas demais variedades.

Medidas de controle

Na época de maior incidência da praga, recomenda-se efetuar a pulverização da planta infestada com produtos à base de óleos vegetais ou minerais emulsionáveis a 0,2% a 0,3%, ou utilizar de forma alternativa uma mistura de calda de fumo preparada com 400 g de fumo de corda, 500 mL de álcool e 10 L de água. Deixada em infusão por

8 dias, a mistura, depois desse período, é coada e diluída na proporção de 1 L da infusão em 20 L de água. A calda é pulverizada na folha-flecha em intervalos quinzenais, até a eliminação da praga. As pulverizações, tanto no coqueiro novo quanto no safreiro, deverão atingir a folha-flecha, local onde se encontra a colônia do pulgão. Em casos de grande ameaça ao desenvolvimento e à produção da planta, utilizar produtos químicos de ação sistêmica e de baixa toxicidade aos inimigos naturais. Entretanto, vale alertar que o produto não está disponível no mercado de produtos sistêmicos registrados no Mapa para controle dessa praga na cultura do coqueiro. Normalmente, a infestação de *C. lataniae* diminui durante o período chuvoso.

Outras pragas

Cupins (Isoptera: Termitidae, Rhinotermitidae)

Descrição, biologia e comportamento

Cupins são insetos da ordem Isoptera, que vivem em grupos sociais, subdivididos em castas. Numa colônia, existem indivíduos alados e ápteros. As espécies brasileiras possuem quatro asas de tamanho igual, que ultrapassam o tamanho do corpo. Peças bucais do tipo mastigador, metamorfose simples, corpo mole, de coloração clara, e antenas moniliformes ou filiformes. Os indivíduos reprodutores são mais desenvolvidos, possuem asas, olhos compostos e pigmentação geralmente mais escura.

As rainhas são, em alguns casos, muitas vezes maiores que as operárias, vivem aproximadamente 30 anos e colocam milhares de ovos. Enxameiam em diversas épocas do ano e variam conforme a espécie. Nessa ocasião, os insetos acasalam-se, abandonam as asas e fundam uma nova colônia. A casta das operárias compreende ninfas e adultos estéreis, de cor bege-pálida, ápteros, geralmente sem olhos compostos e com mandíbulas pequenas. Esses indivíduos fazem a maior parte do trabalho da colônia. A casta dos soldados é formada por adultos estéreis, de cabeça e mandíbulas ampliadas, com ou sem olhos compostos, e geralmente um pouco maiores que as operárias. Sua função é proteger a colônia. Algumas espécies possuem uma casta a mais, enquanto outras, mais primiti-

vas, são formadas apenas por duas castas. Alimentam-se de celulose, que é extraída de diversos materiais, como madeira viva, seca ou em decomposição. A celulose é digerida por protozoários flagelados que vivem no seu tubo digestivo em perfeita simbiose (Borror; Delong, 1969).

São várias as espécies de cupins que atacam as palmeiras. O coqueiro é muito suscetível quando está em viveiro e nos primeiros anos depois de ser transplantado para o campo. No Brasil, duas espécies de cupins são citadas por Silva et al. (1968) atacando coqueiros: *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) e *Nasutitermes (Eutermes) rippertii* (Rambur, 1842).

Plantas hospedeiras

A espécie *Heterotermes tenuis* é encontrada em coqueiro (*Cocos nucifera*) (tronco morto), eucalipto (*Eucalyptus* sp.) (madeira viva), mamoeiro (*Carica papaya*) (apodrecido), milho (*Zea mays*) (colmo no solo) e videira (*Vitis* spp. (Silva et al., 1968). A espécie *Nasutitermes rippertii* é encontrada em cacaueiro (*Theobroma* spp.) (ninhos nos troncos) e coqueiro (*Cocos nucifera*) atacado pela broca-do-estipe (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

A espécie *H. tenuis* ocorre em Minas Gerais, Mato Grosso, Pará, Rio de Janeiro e São Paulo, enquanto *N. rippertii* ocorre na Bahia (Silva et al., 1968). Valério et al. (2004) também relatam a ocorrência de *H. tenuis* em Goiás e Mato Grosso do Sul.

Natureza do dano

Os cupins podem ser benéficos porque aceleram a decomposição de madeiras, facilitando a reciclagem dos nutrientes, ou daninhos quando se alimentam de estruturas de madeiras usadas em construções, móveis, papéis em geral ou plantas vivas. No caso de coqueiros adultos, as colônias de cupins são estabelecidas inicialmente no solo e mais tarde ocupam as galerias deixadas por *R. barbirostris*, sem, contudo, causar prejuízos à planta. Observa-se também que a galeria de cupim costuma sair do solo, sobe pelo tronco do coqueiro, até alcançar o cupinzeiro, que tem formato arredondado e coloração amarronzada. Outras vezes, o cupinzeiro é formado no interior da planta, nos espaços vazios formados depois de ataques severos de *R. barbirostris*. O hábito dessa espécie de construir o ninho na parte alta do coqueiro não causa qualquer dano à planta.

Nas plantas que se encontram no viveiro e no campo, com até 2 anos de idade, os cupins podem, entretanto, causar danos severos e ocasionar grandes perdas. Inicialmente, os cupins atacam a casca fibrosa do fruto, podendo destruí-la completamente, penetram no interior da noz para se alimentar e finalmente danificam o coleto da planta jovem, provocando o secamento das folhas e da flecha (Ferreira, 1987; Mariau, 1971). Esses danos são frequentemente mais severos em plantios mal cuidados, em plantas pouco vigorosas que sofreram prolongados períodos de seca.

Medidas de controle

Para implantar a cultura do coqueiro em região com presença de cupinzeiros, devem-se adotar medidas preventivas, tais como: a) eliminação total dos cupinzeiros preexistentes no perímetro cultivado, por meio de técnicas convencionais de controle; b) eliminação total dos resíduos vegetais deixados no solo; e c) monitoramento da área para a eliminação imediata de novos cupinzeiros. Tão logo apareçam os primeiros sintomas de ataque nas plantas, deve-se dar início à utilização de medidas curativas de controle. No viveiro, o tratamento deve ser generalizado, a fim de prevenir grandes perdas, e, no campo, mais localizado. Entretanto, a depender da extensão da área atingida no campo, pode-se, também, recorrer a um tratamento em toda a área de plantio. Cupinidas agrícolas disponíveis no mercado podem ser utilizados. Cuidar para que o coleto da planta e a área ao redor da semente sejam bem molhados.

Em áreas com histórico da presença da praga, deve-se evitar a colocação de casca de coco dentro das covas de plantio, por proporcionar ambiente favorável à multiplicação do cupim.

Esperança-marrom-do-coqueiro (Orthoptera: Tettigoniidae)

Descrição, biologia e comportamento

Existem várias espécies de esperança que são citadas causando desfolhamento par-

cial ou total em palmeiras, ou atacando também inflorescências e frutos novos. Uma espécie, provavelmente do gênero *Meroncidius*, é encontrada no Brasil danificando frutos em coqueiro, e, em casos mais severos, as flores femininas. As esperanças distinguem-se dos demais ortópteros por possuírem antenas finas, mais longas do que o corpo, com cerca de 30 segmentos. Em geral, são de coloração verde-clara; entretanto, a espécie que danifica o coqueiro tem coloração que varia de marrom-clara a marrom-escura. São insetos de hábito noturno que, durante o dia, ficam abrigados nas axilas das folhas, entre a de nº 6 e a de nº 9. As fêmeas têm o ovipositor longo, fino, em forma de lança, com a extremidade levemente curvada para cima (Figura 64), que permite rasgar o tecido da planta em fendas longitudinais profundas, onde depositam os ovos. A postura é realizada no fruto, na raque da folha, no pedúnculo do cacho e no ramo floral. Também têm sido observadas nas folhas, onde as fêmeas unem vários folíolos, abrem uma fenda onde depositam os ovos (Figura 65). As fendas variam de

Foto: Joana Maria Santos Ferreira



Figura 64. Fêmea da esperança (*Meroncidius* spp.) e detalhes do ovipositor.



Foto: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 65. Postura da esperança (*Meroncidius* spp.) em folíolos do coqueiro.

3,0 cm a 5,0 cm de comprimento e 1,0 cm a 1,5 cm de profundidade. Dentro delas, os ovos são colocados em fileiras, um ao lado do outro, em duas ou três camadas. O número de ovos por fenda varia de 25 a 30 ovos. O macho emite um som estridente para atrair a fêmea para o acasalamento. Os adultos e as ninfas são encontrados em atividade à noite, caminhando sobre inflorescências, frutos, fibras da base da folha e estipe da planta.

Natureza do dano

O ataque da praga caracteriza-se pelo aparecimento de um buraco nos frutos novos e maduros (Figura 66A) ou na flor feminina (Figura 66B). No fruto, a praga cava o buraco na região imediatamente abaixo da bráctea, de preferência quando, nessa região, a área foi necrosada pelo ácaro-da-necrose (*A. guerreronis*). O buraco deixado no fruto tem um formato que varia de circular a ligeiramente oblongo, a uma profundidade que pode perfurar todo o mesocarpo e atingir a água de coco. Mais de um buraco pode ser observado no mesmo fruto, a

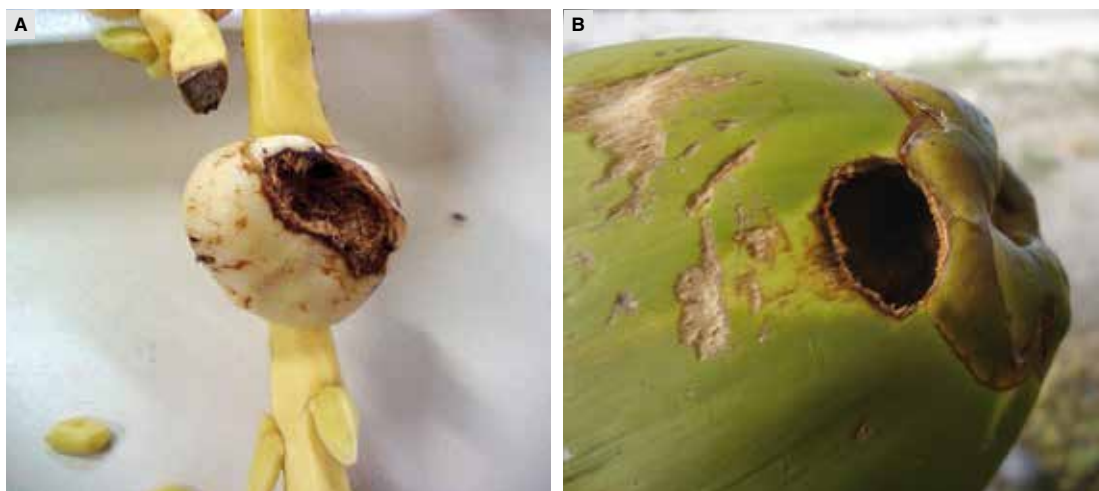


Figura 66. Dano de *Meroncidius* spp. no fruto do coqueiro (A) e na flor feminina (B).

depende do tamanho da população da praga. O dano feito pela esperançã provoca a queda de frutos imaturos e, por lembrar danos causados por ratos, resulta na depreciação do produto no mercado de coco-verde in natura. Ademais, a destruição dos tecidos do mesocarpo próximos ao ponto de sustentação do fruto facilita a entrada de microrganismos, os quais, por sua vez, provocam a queda prematura dos frutos, em todos os estádios de desenvolvimento. Em áreas isentas de ataque do ácaro-danecrose (*A. guerreronis*) e em áreas com alta densidade populacional, tem-se observado que o ataque da praga se estende para a inflorescência da planta, onde passa a se alimentar da flor feminina, destruindo-a, podendo, aliás, reduzir completamente a produção da planta durante os meses de ataque. Não se registraram ainda danos causados pela esperançã em plantios novos, apesar de a planta jovem ser uma grande hospedeira da praga para a oviposição.

Medidas de controle

Monitorar os plantios jovens e realizar a coleta e a destruição das posturas, evitando a multiplicação da praga e sua disseminação no plantio safreiro. Não há registro da presença de insetos predadores, de parasitoides ou de microrganismos regulando a população dessa espécie. Em casos de grande ameaça à produção, utilizar produtos químicos de ação de contato e ingestão. O jato da calda inseticida deverá ser dirigido para as folhas mais novas, de forma a atingir a região onde os adultos ficam abrigados durante o dia, e as axilas das folhas devem ser bem molhadas. A aplicação deve ser localizada e feita durante as horas mais amenas do dia, sendo obrigatório o uso do equipamento de proteção individual (EPI). Entretanto, vale ressaltar a não disponibilidade no mercado de produtos registrados no Mapa para controle dessa praga na cultura do coqueiro.

Saúvas (Hymenoptera: Formicidae)

Descrição, biologia e comportamento

As formigas-saúvas são insetos sociais do gênero *Atta*, que vivem em formigueiros subterrâneos, cortam plantas e transportam o material vegetal para o interior da colônia, que utilizam como substrato para o cultivo de um fungo, do qual se alimentam.

O formigueiro apresenta externamente um monte de terra solta, formado pelo acúmulo de terra extraída das câmaras, e numerosos orifícios, denominados “olheiros”. A população do formigueiro é formada por indivíduos que se diferenciam morfológicamente, de acordo com a função que desempenham na colônia (Della Lúcia, 1993).

Mariconi (1970) divide as saúvas em várias castas. A casta permanente e sexuada é formada pela rainha, fêmea sem asas e única responsável pela produção de novos indivíduos (excepcionalmente, encontra-se mais de uma por sauveiro). A permanente e assexuada é formada pelas operárias, subdivididas, de acordo com seu tamanho e sua função na colônia, em jardineiras, generalistas, forrageiras e soldados. E as castas temporárias, formadas pelos machos e fêmeas alados, os quais saem aos milhares na época de revoada ou voo nupcial. Os machos, denominados “bitus”, não desempenham nenhuma função na colônia que os gerou e, na maioria das vezes, nem são considerados castas; têm longevidade curta, morrendo logo após o voo nupcial. As içãs, ou tanajuras, são fêmeas aladas que

carregam pequena porção do fungo na cavidade bucal, o qual serve como “semente” para a construção de novo sauveiro. São copuladas em pleno voo por vários machos e, após a fecundação, descem ao solo, desfazem-se de suas asas, cavam um orifício no chão e enterram-se, fundando um novo sauveiro.

Plantas hospedeiras

Três espécies de saúva são citadas por Silva et al. (1968) como daninhas ao coqueiro: saúva-da-mata (*Atta cephalotes*) (Linné, 1758), saúva-cabeça-de-vidro (*Atta laevigata*) (F. Smith, 1858) e saúva-limão-do-norte (*Atta sexdens sexdens*) (Linné, 1758). Além do coqueiro, essas espécies cortam as folhas de diversas plantas (Silva et al., 1968).

Distribuição geográfica

Atta cephalotes é encontrada nos seguintes estados: Amazonas, Bahia, Pará, Pernambuco e Rondônia (Silva et al., 1968) Amapá, Maranhão, Roraima (Della Lúcia, 1993); *Atta laevigata*, nos seguintes estados: Acre, Alagoas, Amazonas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo (Silva et al., 1968), Ceará e Roraima (Della Lúcia, 1993); e *Atta sexdens sexdens*, nos seguintes estados: Acre, Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Pernambuco, Rondônia e Sergipe (Silva et al., 1968), e também no Amapá, no Piauí, no Rio Grande do Norte e em Roraima (Della Lúcia, 1993).

Natureza do dano

As formigas-cortadeiras são consideradas polífagas, forrageando em numerosos grupos de plantas. Seus danos em coqueiro jovem são facilmente reconhecidos pelo tipo de corte em formato de meia-lua ou pelos arcos que fazem nos folíolos. Para Bondar (1940), as formigas não têm predileção por folhas de coqueiro, ou qualquer outra palmeácea; no entanto, podem causar danos consideráveis quando em altas populações ou quando sua fonte de forrageamento natural é retirada. As saúvas podem atacar as mudas de coqueiro no viveiro ou as plantas recém-transplantadas para o campo, podendo desfolhá-las completamente, provocando, assim, atraso no seu desenvolvimento.

Medidas de controle

Recomenda-se que todos os formigueiros sejam destruídos na área do viveiro e circunvizinhanças. No plantio definitivo, o controle deve ser feito antes do transplante das mudas, mantendo-se uma vigilância regular para combater reinfestações.

Entre os produtos químicos, o uso de iscas granuladas, principalmente na forma de porta-iscas e microporta-iscas, é o método de controle mais eficiente, econômico e prático. A aplicação das iscas deve ser feita em tempo seco, para evitar a degradação dos grânulos. Essas, por sua vez, não devem ser armazenadas com outros produtos químicos, nem tocadas com as mãos, para que isso não interfira na atratividade. Para os formicidas formulados em pós-secos, a aplicação deve ser feita dentro do formigueiro, por meio de bombas insufladoras de pó, e os em formu-

lação líquida e gases liquefeitos, por meio de aparelhos que produzam fumaça tóxica, e sempre sob orientação especializada.

Quanto ao controle biológico, há indícios de vários inimigos naturais, como fungos, nematoides, ácaros, formigas predadoras e um escarabeídeo que tem ação de controle sobre a rainha. Silva et al. (1968) citam *Neodohrniphora declinata* (Diptera: Phoridae) parasitando *A. laevigata*. Os fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* são também considerados promissores agentes de controle.

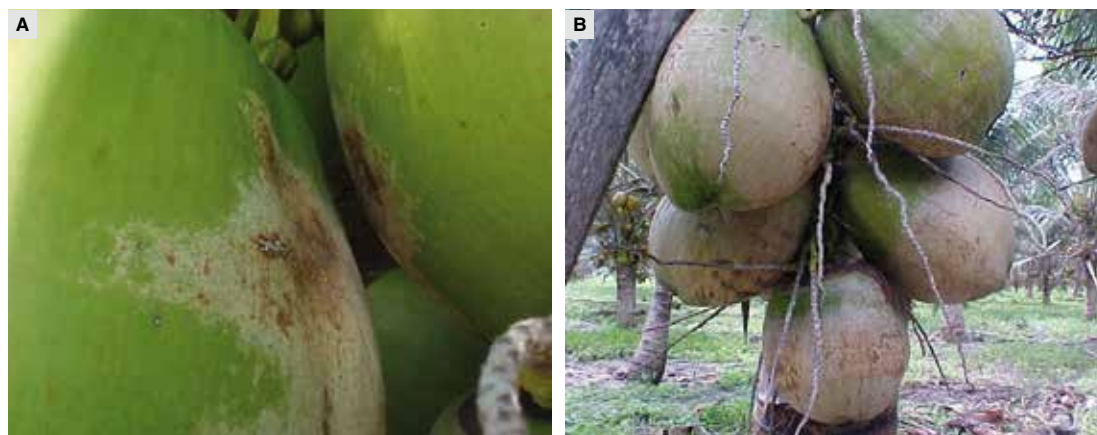
Tripes (Thysanoptera)

Descrição, biologia e comportamento

São insetos pequenos e rápidos, cujas formas jovem e adulto abrigam-se e desenvolvem-se alimentando-se nas células epiteliais dos frutos, na região em que esses se tocam. A forma jovem apresenta coloração amarelo-clara, e o adulto, coloração preta, com listra amarela transversal nos primeiros segmentos abdominais. O ataque do tripe inicia a partir dos cachos mais velhos, chegando a atingir até os frutos do cacho da folha nº 14. A espécie daninha ao coqueiro ainda não foi identificada.

Natureza do dano

A área necrosada do fruto adquire uma coloração marrom-clara ferrugínea (Figura 67A), que se espalha gradativamente pelo fruto, podendo atingir toda a superfície ou todos os frutos do cacho. Nesse estágio, os frutos e o cacho adquirem coloração prateada (Figura 67B). Os danos provocados por essa es-



Fotos: Joana Maria Santos Ferreira

Figura 67. Coloração marrom-clara ferrugínea (A) e prateada (B) causada por trips nos frutos e cachos do coqueiro.

pécie de trips podem resultar em grandes prejuízos às plantações de coqueiro, sobretudo se a produção se destinar ao mercado de água de coco in natura. Por se manifestar apenas na superfície do fruto, o dano causado não chega a afetar o rendimento, em peso ou em volume, dos componentes comerciais dos frutos, tanto o albúmen sólido quanto o albúmen líquido e a fibra.

Medidas de controle

Até o momento, não há registros no Brasil de surtos que justifiquem a adoção de medidas químicas de controle.

Referências

- AGROFIT: sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 25 out. 2014.
- ARAUJO, R. P. C.; FERREIRA, J. M. S.; SARRO, F. B.; COSTA, C. Aplicação do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, cepa BbBr057/CPATC para controle de *Homalinotus coriaceus* em coqueiro. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 9., 2005, Recife. **Resumos...** Recife: SCB, 2005. p. 107.
- BEDFORD, G. O. Parasitism of the palm weevil, *Rhynchophorus bilineatus* (Montrouzier) (Coleoptera: Curculionidae) by *Praecocilenchus raphidophorus* (Poinar) (Nematoda: Aphelenchoidea) in New Britain. **Journal of Australian Entomological Society**, v. 13, p. 155-156, 1974.
- BENTO, J. M. S.; NAVA, D. E.; CHAGAS, M. C. M.; COSTA, A. H.; LIBARDI, D. J.; PARRA, J. R. P. Biology and mating behavior of *Atheloca subrufella*. **Florida Entomologist**, v. 89, n. 2, p. 199-203, 2006.
- BONDAR, G. **Insetos nocivos e moléstias do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Brasil**. Salvador: Tipografia Naval, 1940. 156 p.
- BONETTI FILHO, R. Z. **Comportamento de *Brassolis sophorae* (L., 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae), em condições naturais**. 1993. 71 f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Rio de Janeiro: Ed. da USP, 1969. 653 p.
- COSTA, J. M. da; BARRETO, A. C.; LAVRES FILHO, J. **Pragas das palmáceas**. Cruz das Almas: Ipeal, 1973. 51 p. (Ipeal. Circular, 32).
- COSTA, J. M. da; CORREIA, J. S.; SANTOS, Z. F. A. F.; DUNHAN, O. **As principais pragas do coqueiro na Bahia e os meios de controle**. Salvador: Epaba, 1980. 13 p. (EPABA. Série extensão, 5).
- DELLA LÚCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, MG: Ed. da UFV: Sociedade de Investigações Florestais, 1993. 262 p.
- DUARTE, A. G. **Comportamento reprodutivo e evidência de feromônio em *Homalinotus coriaceus* Gyll. (Col.: Curculionidae); níveis de contaminação**

do nematoide do anel vermelho em *Rhynchophorus palmarum* L. (Col.: Curculionidae) e sua disposição no coqueiro. 2006. 139 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

FERREIRA, J. M. S. **Proteção fitossanitária do coqueiral. III. Controle de pragas no campo.** Aracaju: Embrapa-CNPCo, 1987. 23 p. (Embrapa-CNPCo. Circular técnica, 7).

FERREIRA, J. M. S. **Protocolo para produção massal de fungos entomopatogênicos I. *Beauveria bassiana* (Vuill.).** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 30 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 3).

FERREIRA, J. M. S.; ARAÚJO, R. P. C. de; SARRO, F. B. **Armadilha Pet para captura de insetos adultos da broca-do-olho-do-coqueiro, *Rhynchophorus palmarum*.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001a. 15 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 22).

FERREIRA, J. M. S.; ARAÚJO, R. P. C. de; SARRO, F. B. **Táticas de manejo das pragas.** In: FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Coco:** fitossanidade. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002a. p. 83-106. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Frutas do Brasil, 28).

FERREIRA, J. M. S.; ARAÚJO, R. P. C.; SARRO, F. B. **Efficiency of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (BbBr057/CPATC) strain on coconut bunch weevil *Homalinotus coriaceus* (Coleoptera: Curculionidae).** In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21.; BRAZILIAN CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 18., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Londrina: Embrapa Soja, 2000. p. 666. (Embrapa Soja. Documentos, 143).

FERREIRA, J. M. S.; ARAÚJO, R. P. C.; SARRO, F. B. **Perspectivas para uso de fungos entomopatogênicos no controle microbiano das pragas do coqueiro.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001b. 24 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 26).

FERREIRA, J. M. S.; FIGUEIREDO, M. F. S. **Formas de utilização das iscas de cana-de-açúcar na atratividade de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) e determinação do hábito e da proporção sexual da praga.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 19., 2002. Manaus. **Resumos...** Manaus: Sociedade Entomológica do Brasil, 2002. 1 CD-ROM.

FERREIRA, J. M. S.; LEAL, E. C. **Susceptibilidade da lagarta-da-folha-do-coqueiro, *Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Brassolidae) ao fungo *Beauveria brongniartii*.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

ENTOMOLOGIA, 12.; ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS, 2., 1989, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: Sociedade Entomológica do Brasil, 1989. p. 253.

FERREIRA, J. M. S.; LEAL, M. de L. da S.; SARRO, F. B.; ARAÚJO, R. P. C.; MOURA, J. I. L. de. **Avaliação de diferentes fontes atrativas e suas prováveis interações na captura de *Rhynchophorus palmarum*.** **Manejo Integrado de Pragas y Agroecologia**, n. 67, p. 23-29, 2003.

FERREIRA, J. M. S.; LIMA, M. F. de. **Transmissão de *Beauveria bassiana* na população de *Rhynchophorus palmarum* através do contato entre indivíduos contaminados e não contaminados.** In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., 1996, Foz do Iguaçu. **Resumos...** [Londrina]: Embrapa-CNPSo; [Brasília, DF]: COBRAFI, [1996]. p. 188.

FERREIRA, J. M. S.; LINS, P. M. P. **Manejo integrado de pragas.** In: FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Coco:** fitossanidade. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. p. 63-82. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Frutas do Brasil, 28).

FERREIRA, J. M. S.; LINS, P. M. P.; OMENA, R. P. M. de; LIMA, A. de; RACCA FILHO, F. **Mosca branca: uma ameaça à produção do coqueiro no Brasil.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 5 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 62).

FERREIRA, J. M. S.; MICHEREFF FILHO, M.; LINS, P. M. P. **Pragas do coqueiro: características, amostragem, nível de ação e principais métodos de controle.** In: FERREIRA, J. M. S.; MICHEREFF FILHO, M. (Ed.). **Produção integrada de coco:** práticas fitossanitárias. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002b. p. 37-57.

FERREIRA, J. M. S.; MORIN, J. P. **A barata-do-coqueiro *Coralimela brunnea* Thunb. (1821) (Coleoptera: Chrisomelidae).** Aracaju: Embrapa-CNPCo, 1986. 10 p. (Embrapa-CNPCo. Circular técnica, 1).

FERREIRA, J. M. S.; MORIN, J. P. **Aspectos da biologia e comportamento do minador da folha do coqueiro, *Taphrocerus cocois* Bondar, 1922 (Coleoptera: Buprestidae) e ocorrência de parasitismo.** **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 14, n. 2, p. 331-333, 1985.

FERREIRA, J. M. S.; TEODORO, A. V.; NEGRISOLI JUNIOR, A. S.; GUZZO, E. C. **Manejo integrado da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae).** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 7 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 141).

- FIABOE, K. K. M.; PETERSON, A. T.; KAIRO, M. T. K.; RODA, A. L. Predicting the potential worldwide distribution of the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) using ecological niche modeling. **Florida Entomologist**, v. 95, n. 3, p. 659-673, 2012.
- FONSECA, J. P. Broca dos pedúnculos dos coqueiros (*Homalinotus coriaceus*, Gyllenhal, 1836). **O Biológico**, v. 28, p. 20-25, 1962.
- GENTY, P.; DESMIER DE CHENON, R.; MORIN, J.-P. Les ravageurs du palmier à huile en Amérique Latine. **Oléagineux**, v. 33, n. 7, p. 325-419, 1978.
- GIBLIN-DAVIS, R. M.; FALEIRO, J. R.; JACAS, J. A.; PEÑA, J. E.; VIDYASAGAR, P. S. P. V. Biology and management of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. In: PEÑA, J. E. (Ed.). **Potential invasive pests of agricultural crops**. Londres: CAB International, 2013. p. 1-34.
- GOPINADHAN, P. B.; MOHANDAS, N.; NAIR, K. P. V. Cytoplasmic polyhedrosis virus infecting red palm weevil of coconut. **Current Science**, v. 59, n. 11, p. 577-579, 1990.
- HEYDE, M. Notities over Surinaamse insekten. **Entomologische Berichten**, v. 335, p. 81-82, 1973.
- JAFFÉ, K.; SANCHES, P.; CERDA, H.; HERNANDEZ, J. V.; JAFFÉ, R.; URDANETA, N.; GUERRA, G.; MARTINEZ, R.; MIRAS, B. Chemical ecology of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae): attraction to host plants and to a male-produced aggregation pheromone. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 8, p. 1703-1720, 1993.
- JESUS, L. F. M.; TRINDADE, T. D.; LIMA, A. F.; RACCA FILHO, F. Novas contribuições sobre mosca branca (Hemiptera: Aleyrodidae) em coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Anais...** Caçador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. 1 CD ROM.
- KORKYTKOWSKI, C. A.; RUIZ, E. R. El barreno de los racimos de la palma aceitera, *Castnia daedalus* (Cramer), Lepidoptera: Castniidae, en la plantacion de Tocache-Peru. **Revista Peruana de Entomología**, v. 22, n. 1, p. 49-53, 1979a.
- KORKYTKOWSKI, C. A.; RUIZ, E. R. Estado atual de las plagas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en Tananta (Huallaga central, San Martin, Peru). **Revista Peruana de Entomología**, v. 22, n. 1, p. 17-20, 1979b.
- KURIAN, C.; SATHIAMMA, B.; PILLAI, G. B. **World distribution of pests of coconut**. Rome: FAO, 1979. 53 p. (FAO. Technical document, 119).
- LEPESME, P. **Les insectes des palmiers**. Paris: Paul Lechevalier, 1947. 904 p.
- LEVER, R. J. A. W. **Pests of the coconut palm**. Rome: FAO, 1969. 190 p.
- LIMA, M. F. de. Biologia do *Rhinostomus barbirostris* (Fab.) Coleoptera: Curculionidae. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 3., 1992, Águas de Lindóia. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa-CNPDA, 1992. p. 218.
- LIMA, M. F. de. Biological aspects of bottle brush weevil (*Rhinostomus barbirostris*) (Coleoptera: Curculionidae). In: INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONGRESS, 12., 1991, Rio de Janeiro. **Integrated management for crop protection: oral and poster sessions: programs and abstracts**. Rio de Janeiro: [s. n.], 1991. Não paginado.
- LIMA, M. F. de. Controle de larva de *Rhinostomus barbirostris* Fab. Coleoptera: Curculionidae, com inseticidas sistêmicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 1993, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Entomológica do Brasil, 1993. p. 498.
- LIMA, M. F. de; FERREIRA, J. M. S.; SANTANA, D. L. Q. Avaliação do efeito de diferentes concentrações de *Beauveria bassiana* (Cepa 032/CPATC), na mortalidade de adultos de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., 1996, Foz de Iguaçu. **Anais...** [Londrina]: Embrapa-CNPSo; [Brasília, DF]: COBRAFI, [1996]. p. 300.
- LIMA, M. F. de; SANTANA, D. L. Q. Ocorrência da broca-da-raque-foliar, *Amerrhinus ynca* Shalb. (Coleoptera: Curculionidae) em coqueiros no Estado de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13., 1991, Recife. **Resumos...** Recife: Sociedade Entomológica do Brasil, 1991. p. 135.
- LIST of insect pests of coconut palm. In: SESSION TECHNICAL WORKING PARTY ON COCONUT PRODUCTION, PROTECTION AND PROCESSING, 2., 1964, Colombo. **Paper...** [Rome: FAO], 1964. 17 p.
- MARCIANO, M. D. L. **Aspectos bioecológicos de *Brassolis sophorae laurentii* Stichel, 1925 (Lepidoptera: Nymphalidae: Brassolini) no estado de Alagoas, Maceió**. 2007. 126 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.
- MARCIANO, M. D. L.; NIHEI, S. S.; LIMA, I. M. M. First host record for *Winthemia analis* (Macquart) (Diptera: Tachinidae: Exoristinae) in Brazil: *Brassolis*

sophorae laurentii Stichel (Lepidoptera: Nymphalidae: Brassolidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 4, p. 629-631, 2009.

MARIAU, D. Les ravageurs et maladies du palmier à huile. Méthodes de lutte contre les termites attaquant les jeunes plants de cocotier. **Oléagineux**, v. 26, n. 4, p. 233-234, 1971.

MARIAU, D.; DESMIER DE CHENON, R.; JULIA, J. F.; PHILIPPE, R. Les ravageurs du palmier à huile en Amérique Latine. **Oléagineux**, v. 33, n. 7, p. 324-420, 1978.

MARIAU, D.; HUGUENOT, R. Méthode d'estimation des populations de *Castnia daedalus* (Lépidoptère Castniidae) sur le palmier à huile. **Oléagineux**, v. 38, n. 4, p. 227-228, 1983.

MARICONI, F. A. M. **As saúvas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970. 167 p.

MARICONI, F. A. M.; ZAMITH, A. P. L. Contribuição para o conhecimento da *Brassolis sophorae* (Linnaeus, 1758); B. astyra Godart, 1821 (Lepidoptera: Brassolidae) e seus inimigos naturais. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 1, p. 61-207, 1976.

MARTIN, J. H. A revision of *Aleurodicus* Douglas (Sternorrhyncha, Aleyrodidae), with two new genera proposed for palaetropical natives and an identification guide to world genera of Aleurodicinae. **Zootaxa**, v. 1835, p. 1-100, 2008.

MOLIN, I. L. D.; BARRETO, M. R. Ocorrência e controle de Curculionidae em *Cocos nucifera* L. em Sinop, Mato Grosso. **Semina: ciências biológicas e da saúde**, v. 33, n. 1, p. 53-64, 2012.

MORIN, J. P.; LUCCHINI, F.; ARAUJO, J. C.; FERREIRA, J. M. S.; FRAGA, L. S. Le contrôle de *Rhynchophorus palmarum* par piégeage à l'aide de morceaux de palmier. **Oléagineux**, v. 41, p. 57-59, 1988.

MOURA, J. I. L. Tácticas para o controle de *Amerrihus ynca*, broca-da-raque foliar do coqueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 1993, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Entomológica do Brasil, 1993. p. 611.

MOURA, J. I. L.; BUSOLI, A. C. (Ed.). **Manejo integrado de *Rhynchophorus palmarum* L. no agroecossistema do dendezeiro no Estado da Bahia**. Jaboticabal: Funep, 2006. 59 p.

MOURA, J. I. L.; FERREIRA, J. M. S.; SGRILLO, R. B.; VALLE, R. R.; ALEX-ALMEIDA, A. F. de; CIVIDANES, F. J.; DELABIE, J. H. C. *Parisotenus obesulus* Casey (Coleoptera: Curculionidae) não é praga de frutos novos do coqueiro. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 2, p. 251-253, 2009.

MOURA, J. I. L.; MARIAU, D.; DELABIE, J. H. C. Eficiência de *Paratheresia menezesi* Townsend (Diptera: Tachinidae) no controle biológico natural de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **Oléagineux**, v. 48, n. 5, p. 219-223, 1993.

MOURA, J. I. L.; RESENDE, M. L. V. de; SGRILLO, R. B.; NASCIMENTO, L. A.; ROMANO, R. Diferentes tipos de armadilhas e iscas no controle de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) Bahia. **Agrotrópica**, v. 2, n. 3, p. 165-169, 1990.

MOURA, J. I. L.; RESENDE, M. L. V.; LIMA, M. F. de; SANTANA, D. L. de Q. **Táticas para o controle integrado de *Rhynchophorus palmarum* (L.)** (Coleoptera: Curculionidae). Ilhéus: Ceplac, 1991. 16 p.

MOURA, J. I. L.; SGRILLO, R.; VILELA, E. F.; AGUILAR, M. A. G.; RESENDE, M. L. V. de. Estudos do comportamento olfativo de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) no campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 18, n. 2, p. 267-273, 1989.

MOURA, J. I. L.; VILELA, E. F. Natural biological control of *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) by *Paratheresia menezesi* (Diptera: Tachinidae), in oil palm plantations in Bahia, Brazil. In: INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONGRESS, 12., 1991, Rio de Janeiro. **Contributed papers: oral and poster sessions: programs and abstracts**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1991. Não paginado.

MOURA, J. I. L.; VILELA, E. F. **Pragas do coqueiro e dendezeiro**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 1998. 124 p.

MOURA, J. I. L.; VILELA, E. F.; FERREIRA, J. M. S. Una trampa con feromona para el control de *Rhynchophorus palmarum* en palma africana. **Manejo Integrado de Plagas**, v. 50, p. 55-59, 1998.

NADARAJAN, L. **Investigations on the feromonal communication in the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae)**. Paris: Inra, 1988. 17 p.

NEGRISOLI JUNIOR, A. S.; SILVA, E. S.; NEGRISOLI, C. R. de C.; SANTOS, N. L. dos; GUZZO, E. C. **Criação em laboratório da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) visando pesquisas para o controle das suas larvas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 6 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 116).

NIRULA, K. K. Investigations on the pests of coconut palm. Part I. **Indian Coconut Journal**, v. 8, p. 118-130, 1955.

- OEHLISCHLAGER, A. C.; PIERCE, H. D.; MORGAN, B.; WIMALARATNE, P. D. C.; SLESSOR, K. N.; KING, G. G. S.; GRIES, G.; GRIES, R.; BORDEN, J. H.; JIRON, L. F.; CHINCHILLA, C. M.; MEXZON, R. Chirality and field testing of rhynchophorol, the aggregation pheromone of the American palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.). **Naturwissenschaften**, v. 79, p. 134-135, 1992.
- OHLE, J. G. **Coconut, tree of life**. Rome: FAO, 1984. 446 p.
- OMENA, R. P. M. de; GUZZO, E. C.; FERREIRA, J. M. S.; MENDONÇA, F. A. C. de; LIMA, A. F. de; RACCA-FILHO, F.; SANTANA, A. E. G. First report on the whitefly, *Aleurodicus pseudugesii* on the coconut palm, *Cocos nucifera* in Brazil. **Journal of Insect Science**, 2012. DOI: 10.1673/031.012.2601.
- RAY, B. K. *Brassolis sophorae* and *Castnia daedalus* chemical control of these major pest of coconut in Guyana. **Journal Economic Entomology**, v. 66, n. 1, p. 177-180, 1973.
- REYNE, A. De boorrups der kokospalmen (*Castnia daedalus* Cr.) in Suriname. **Indische Mercuur**, v. 52, p. 1103-1105, 1929.
- RIBEIRO, R. C.; LEMOS, W. P.; BERNARDINO, A. S.; BUECKE, J.; MULLER, A. A. Primeira ocorrência de *Alcaeorrhynchus grandis* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) predando lagartas desfolhadoras do dendezeiro no estado do Pará. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 1, p. 131-132, 2010.
- RISCO, S. H. *Castnia daedalus* (Cramer, 1775) nova e perigosa praga nos coqueirais do projeto Sococo (Moju-PA). Moju: Sococo, 1996. 4 p. Relatório apresentado à Sococo S/A em 18 de abril de 1996.
- ROCHAT, D. **Ecologie chimique du charançon des palmiers, *Rhynchophorus palmarum* (L.)** (Coleoptera: Curculionidae). 1991. 136 f. These (Doctorat) – L'Université Paris VI, Paris.
- ROCHAT, D. **Etude de la communication chimique chez un Coléoptère Curculionidae: *Rhynchophorus palmarum* L.** 1987. 30 f. Thesis (M.Sc.) – Université Paris VI.
- ROCHAT, D.; GONZALEZ, A.; MARIAN, D.; VILLANUEVA, A.; ZAGZTTI, P. Evidence for male produced aggregation pheromone in the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 17, n. 6, p. 1221-1230, 1991a.
- ROCHAT, D.; MALOSSE, C.; LETTERE, M.; DUCROT, P. H.; ZAGATTI, P.; RENOU, M.; DESCOINS, C. Male-produced aggregation pheromone of the american palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae): collection, identification, electrophysiological activity, and laboratory bioassay. **Journal of Chemical Ecology**, v. 17, p. 2127-2141, 1991b.
- RODA, A.; KAIRO, M.; DAMIAN, T.; FRANKEN, F.; HEIDWEILLER, K.; JOHANNIS, C.; MANKIN, R. Red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*), an invasive pest recently found in the Caribbean that threatens the region. **EPPO Bulletin**, v. 41, p. 116-121, 2011.
- SAÏD, I. **Etude de la réponse synergique au signal 'phéromone-kairomone' chez le charançon du palmier: *Rhynchophorus palmarum* (L.)** (Coleoptera: Curculionidae): Approches olfactométrique et électrophysiologique. 2003. 117 f. These (Doctorat) – L'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, Rennes.
- SAÏD, I.; RENOU, M.; MORIN, J. P.; FERREIRA, J. M. S.; ROCHAT, D. Interactions between acetoin, a plant volatile, and pheromone in *Rhynchophorus palmarum*: Behavioral and olfactory neuron responses. **Journal of Chemical Ecology**, v. 31, n. 8, p. 1789-1805, 2005.
- SALGADO NETO, G. Aspects of the biology of *Cotesia alius* (Muesebeck, 1958) (Hymenoptera: Braconidae: Microgastrinae) on *Opsiphanes invirae amplificatus* Stichel (Lepidoptera: Nymphalidae) in Rio Grande do Sul, Brazil. **Estudos Biológicos**, v. 35, n. 84, p. 35-41, 2013.
- SALGADO NETO, G.; SILVA, M. L. da. First report of parasitism on pupae of *Opsiphanes invirae amplificatus* Stichel (Lepidoptera: Nymphalidae) by *Conura* (*Conura*) *maculata* (Fabricius) (Hymenoptera: Chalcididae) in Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 2, p. 285-286, 2011.
- SÁNCHEZ, P. A.; JAFFÉ, K.; HERNANDEZ, J. V.; CREDA, H. Biología y comportamiento del picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). **Boletim de Entomologia da Venezuela**, v. 8, n. 1, p. 83-93, 1993.
- SANTANA, D. L. Q.; LIMA, M. F. de. Eficiência de ethion, malathion e metil parathion no controle de *Homalinotus coriaceus* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae), em coqueiros. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ENTOMOLOGIA, 5.; CONGRESSO VENEZOLANO DE ENTOMOLOGIA, 13., 1993, Porlamar. **Resúmenes...** Caracas: Universidade Central, 1993. p. 265.
- SANTANA, D. L. Q.; LIMA, M. F. de. Patogenicidade do fungo *Beauveria bassiana* (Balz.) Vuill. a adultos de *Rhynchophorus palmarum* (L.). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 3., 1992, Águas de Lindóia. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa-CNPDA, 1992. p. 242.
- SANTANA, D. L. Q.; LIMA, M. F. de; FERREIRA, J. M. S. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* e *B. brongniartii* contra *Rhinostomus barbirostris* Fab. In:

- SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., 1996, Foz do Iguaçu. **Resumos...** [Londrina]: Embrapa-CNPSO; [Brasília, DF]: COBRAFI, [1996]. p. 96.
- SANTANA, S. W. J.; BARROS, R.; TORRES, J. B.; GONDIN JUNIOR, M. G. C. Técnica de criação e aspectos biológicos de *Atheloca subrufella* (Hulst) (Lepidoptera: Phycitidae) em frutos do coqueiro. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 1, p. 14-19, 2011.
- SARRO, F. B. **Biologia da broca do pedúnculo floral do coqueiro (*Homalinotus coriaceus* (Gyllenhal, 1836), Coleoptera: Curculionidae) em três dietas.** 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- SARRO, F. B.; CROCOMO, W. B.; FERREIRA, J. M. S. Aspectos da biologia e morfologia da broca do pedúnculo floral do coqueiro, *Homalinotus coriaceus* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 1, p. 7-12, 2004.
- SARRO, F. B.; CROCOMO, W. B.; FERREIRA, J. M. S. Feeding substrates to black coconut bunch weevil, *Homalinotus coriaceus* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae), rearing in laboratory. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 3, p. 451-457, 2005.
- SARRO, F. B.; FERREIRA, J. M. S.; CROCOMO, W. B.; LABINAS, A. M. Aspectos da biologia da traça das flores e frutos novos do coqueiro *Atheloca subrufella* (Hulst 1887) (Lepidoptera: Phycitidae). **Boletim de Sanidad Vegetal. Plagas**, v. 3, p. 351-355, 2007.
- SCHUILLING, M.; DINTHER, J. B. M. van. Ecology and control of *Castnia daedalus*, a major pest of oil palm in Brazil. **Sonderdruck Band**, v. 90, n. 2, p. 161-174, 1980.
- SEFER, E. Pragas da bananeira que ocorrem na Amazônia e seu combate. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte**, n. 43, p. 3-8, 1961.
- SILVA, A. G. da; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. do N.; SIMONI, L. de. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitas e predadores.** Rio de Janeiro: Serviço de Defesa Sanitária Vegetal, 1968. 2 t., 622 p.
- SOUZA, L. A.; SILVA, A. B.; MÜLLER, A. A.; LINS, P. M. P. Controle das principais pragas do dendezeiro e do coqueiro no Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA 16.; ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 7., 1996, Salvador. **Resumos...** Salvador: Sociedade Entomologica do Brasil, 1996. p. 25.
- VALÉRIO, J. R.; MACEDO, N.; WILCKEN, C. R.; CONSTANTINO, R. Cupins em pastagens, cana-de-açúcar e plantações florestais. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; SILVA, M. T. B. (Ed.). **Pragas de solo no Brasil.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. p. 409-456.
- WATTANAPONGSIRI, A. **A revision of the genera *Rhynchophorus* and *dynamis*.** Bangkok: Department of Agricultural Science, 1966. 328 p.
- WILSON, M. Investigations into the development of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.). **Tropical Agriculture**, v. 40, p. 185-196, 1963.

Capítulo 2

Ácaros-praga

Adenir Vieira Teodoro

Joana Maria Santos Ferreira

Dalva Luiz de Queiroz Santana

Introdução

Os ácaros são pequenos artrópodes incluídos na subclasse Acari da classe Arachnida. Diferem dos insetos principalmente por apresentarem quatro pares de pernas na fase adulta (à exceção da superfamília Eriophyoidea, que tem dois pares de pernas), ausência de antenas e corpo não segmentado. De todos os invertebrados, os ácaros são dos mais diversificados. Apresentam uma ampla gama de hábitos alimentares, havendo espécies fitófagas, predadoras, micófagas e saprófagas (Moraes; Flechtmann, 2008).

Os ácaros-praga estão entre as principais causas de redução da produtividade do coqueiro (*Cocos nucifera* L.). No entanto, o coqueiro também abriga uma rica comunidade de ácaros predadores, os quais ajudam a controlar biologicamente os ácaros-praga (Santana; Flechtmann, 1998; Navia et al., 2007; Souza et al., 2012). No Brasil, as principais espécies de ácaros-praga do coqueiro são: o ácaro-da-necrose (*Aceria guerreronis*), o ácaro-da-mancha-anelar (*Amrineus cocofolius*), o microácaro-branco (*Retracrus johnstoni*), o ácaro-da-mancha-longitudinal (*Steneotarsonemus furcatus*) e o ácaro-vermelho (*Tetranychus mexicanus*).

As duas primeiras espécies pertencem à família Eriophyidae, enquanto as demais fazem parte das famílias Phytoptidae, Tarsonemidae e Tetranychidae, respectivamente. Entre as espécies citadas acima, o ácaro-da-necrose é considerado como praga-chave em praticamente todos os locais onde a cocoicultura é importante. Ademais, o ácaro-vermelho-das-palmeiras (*Raoiella indica*) foi registrado em alguns estados do Brasil e é considerado uma das pragas de coqueiro mais importantes, economicamente falando, do mundo (Navia et al., 2011; Rodrigues; Antony, 2011; Kane et al., 2012).

Principais ácaros-praga

Ácaro-da-necrose

Aceria guerreronis Keifer,
1965 (Acari: Eriophyidae)

Descrição, biologia e comportamento

Esse ácaro tem tamanho reduzido, corpo alongado e vermiforme (Moraes; Flechtmann, 2008), coloração branco-leitosa ou levemente amarelada e brilhante (Figura 1). A fêmea dessa espécie mede de 205 µm a 250 µm de comprimento por 36 µm a 52 µm de largura. A larva é vermiforme, quase transparente, e mede em torno de 87 µm de comprimento. A ninfa é de um tom pálido-esbranquiçado e é maior do que a larva (Sobha; Haq, 2011). O ácaro possui apenas dois pares de pernas, característica típica dos eriofídeos, na parte anterior do corpo. O vento é considerado

um dos principais mecanismos de disseminação de *A. guerreronis*.

Foto: Adenir V. Teodoro



Figura 1. Colônia do ácaro-da-necrose (*Aceria guerreronis*).

O ciclo biológico do ácaro-da-necrose foi estudado em frutos de coqueiro em condições padronizadas de laboratório ($28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura e 80% de umidade relativa) por Sobha e Haq (2011). As fases de ovo, larva e ninfa do ácaro-da-necrose tiveram duração de 2,5 a 3,5 dias, de 1,5 a 2,5 dias e de 2,0 dias, respectivamente. As fases de ninfa e adulto foram precedidas por períodos de imobilidade, com duração de 1,0 e 0,5 a 1,5 dia, respectivamente. O período de ovo a adulto foi atingido entre 8 e 10 dias, e cada fêmea colocou em média 66 ovos, em um período de oviposição de 15 dias. Assim como outros eriofídeos, o ácaro-da-necrose alimenta-se do conteúdo das células da epiderme. Geralmente, a população desse ácaro aumenta nos períodos mais quentes e diminui em períodos chuvosos (Souza et al., 2012).

Plantas hospedeiras

O ácaro-da-necrose é registrado em coqueiro (*Cocos nucifera* L.) em diversos países. O ácaro é encontrado também em palmira

(*Borassus flabellifer* L.), coco-wendeliano (*Lytocaryum weddellianum* (H. Wendl.) Tol.) e jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glass.) (Navia et al., 2007).

Distribuição geográfica

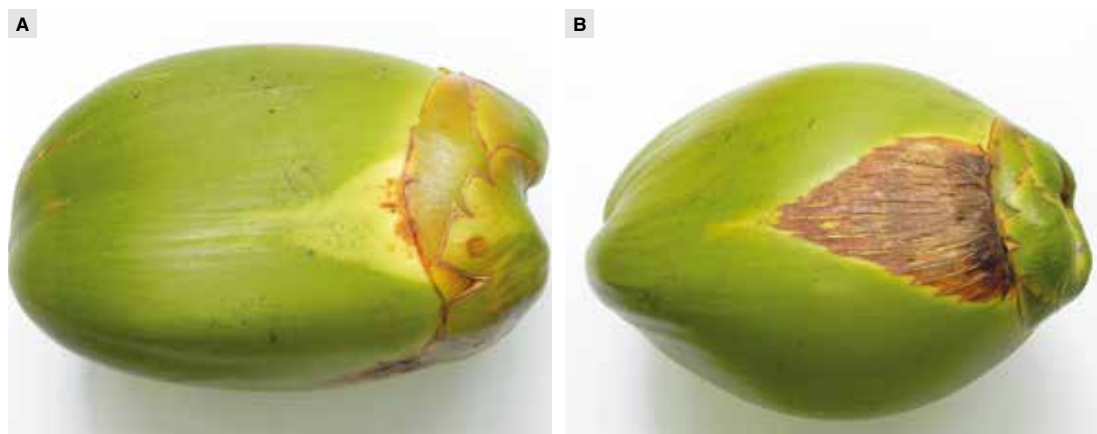
O ácaro-da-necrose foi observado pela primeira vez no México, no Estado de Guerrero, e hoje se encontra amplamente disseminado em vários países da América e da África. O ácaro foi relatado no Sri Lanka em 1997 e atualmente está espalhado também pela Índia e por outros países asiáticos. No Brasil, o ácaro foi citado pela primeira vez em 1965, causando queda prematura de frutos no Estado do Rio de Janeiro.

Natureza do dano

O ácaro-da-necrose desenvolve-se sob as brácteas dos frutos novos, causando cloroses (manchas claras), que inicialmente possuem um formato triangular (Figura 2a), sendo que a base do triângulo fica junto às brácteas. À medida que se desenvolvem, as cloroses tornam-se marrons, coalescem e aumentam de tamanho, sempre em direção à extremidade do fruto. Com o crescimento dos frutos, a área atacada torna-se cada vez mais necrosada, com rachaduras superficiais e longitudinais de cor marrom-escuro e aspecto áspero (Figuras 2b). A extensão da lesão no fruto varia de acordo com a intensidade de ataque. Muitas vezes, encontram-se pequenas formações de goma na superfície necrosada, ocasionada por exsudação. Observam-se danos de ácaros tanto em frutos que caem prematuramente,

quanto em frutos que completam sua maturação, mesmo tendo grande parte de sua superfície necrosada. Em casos de ataques severos, os frutos deformam-se, perdem peso e às vezes caem prematuramente. O ácaro pode causar queda de produção superior a 60%. Frutos atacados destinados ao mercado de água de coco sofrem grande depreciação. Entretanto, o dano causado não acarreta alteração na qualidade do coco-verde ou do coco-seco. Pesquisas realizadas no México revelam que essa praga causa uma diminuição de até 25% de peso da copra nas colheitas (Rosas et al., 1992). Maiores densidades populacionais do ácaro-da-necrose são encontradas em frutos do cacho da folha nº 12 ao da folha nº 15. Os cachos de coqueiro desenvolvem-se nas axilas das folhas desenvolvidas e, a título de referência, a inflorescência com flores abertas e polinizadas localiza-se na folha nº 11, enquanto o cacho com frutos do tamanho de uma mão fechada, na folha nº 14 (Ferreira et al., 2002).

No Brasil, além de danificar consideravelmente os frutos, o ácaro-da-necrose causa danos a plantas jovens (Ferreira; Michereff Filho, 2002; Moraes; Flechtmann, 2008). Os sintomas do ataque em plantas no viveiro e em plantas jovens no campo iniciam-se pela folha central. Em casos de ataques severos, aparecem pequenas manchas amarronzadas, que se estendem em sentido longitudinal (Figura 3) e em direção aos tecidos meristemáticos, provocando o secamento dessa folha; em seguida, a planta morre. Quando está completamente seca, a folha central não se destaca se puxada da planta. As folhas emitidas depois do início do ataque da praga tornam-se curtas e pregueadas, exibindo sintomas semelhantes àqueles atribuídos pela deficiência de boro na planta. Como consequência, atrasa a emissão de novas folhas, que se apresentam curtas e necrosadas na base do pecíolo, e o desenvolvimento da planta fica comprometido. À medida que a infestação avança, a área necrosada aumenta,



Fotos: Adenir V. Teodoro

Figura 2. Mancha clorótica (A) e lesão (B) triangulares causadas pelo ácaro-da-necrose (*Aceria guerreronis*) em frutos de coqueiro.

Foto: Joana M.S. Ferreira



Figura 3. Dano do ácaro-da-necrose (*Aceria guerreronis*) em muda de coqueiro.

e a necrose, ao atingir o broto ou a gema terminal, pode provocar a morte da planta.

Medidas de controle

Para combater o ácaro-da-necrose no viveiro e em plantas jovens no campo, recomenda-se pulverizar as folhas centrais com acaricidas. Ferreira e Michereff Filho (2002) sugerem a pulverização de todas as plantas do viveiro com acaricidas registrados e recomendados tão logo o ácaro seja detectado.

Para plantas em produção, a retirada e a destruição de frutos muito atacados e a adubação equilibrada, evitando-se excesso

de nitrogênio, auxiliam a reduzir a população do ácaro-da-necrose. O controle dessa praga com agrotóxicos é caro porque exige pulverizações periódicas, e é difícil porque as colônias do ácaro ficam bem protegidas sob as brácteas. Medidas de controle químico do ácaro-da-necrose têm sido pesquisadas; no entanto, apenas sete agrotóxicos são registrados atualmente para o controle dessa praga no Brasil (Tabela 1).

O controle alternativo do ácaro-da-necrose por meio de uma mistura de 1,5 L de óleo de algodão bruto + 1 L de detergente neutro em 100 L de água tem sido recomendado. Inicialmente, devem ser feitas três

Tabela 1. Produtos registrados para o controle do ácaro-da-necrose (*Aceria guerreronis*) em coqueiro no Brasil.

Produto comercial ⁽¹⁾	Ingrediente ativo	Dose do produto comercial	Volume de calda para aplicação terrestre (L ha ⁻¹)
Abadin 72 EC ⁽²⁾	Abamectina	18,75 mL 100 L ⁻¹	400
Abamex ⁽²⁾	Abamectina	75 mL 100 L ⁻¹	400
Abamectin Nortox ⁽²⁾	Abamectina	75 mL 100 L ⁻¹	400
Boreal ⁽²⁾	Abamectina	300 mL ha ⁻¹	400
Potenza Sinon ⁽²⁾	Abamectina	300 mL ha ⁻¹	400
Vertimec 18 EC ⁽²⁾	Abamectina	75 mL 100 L ⁻¹	400
Azamax ⁽²⁾	Azadiractina	200 mL–250 mL 100 L ⁻¹	400 – 1000
Envidor	Espirodiclofeno	30 mL 100 L ⁻¹	1000
Oberon ⁽²⁾	Espiromesifeno	0,4 – 0,6 L ha ⁻¹	400 – 1000
Ortus 50 SC	Fenpiroximato	200 mL 100 L ⁻¹	500 – 600
Fujimite 50 SC	Fenpiroximato	200 mL 100 L ⁻¹	600
Talento ⁽²⁾	Hexitiazoxi	3 g 100 L ⁻¹	2 L por planta
Sanmite EW ⁽²⁾	Piridabem	75 mL 100 L ⁻¹	1000

⁽¹⁾ O uso das marcas é apenas para fins ilustrativos, não havendo, por parte da Embrapa e dos autores, qualquer tipo de conotação comercial ou de recomendação de uso.

⁽²⁾ No Agrofite, consta o nome científico antigo do ácaro-da-necrose, *Eriophyes guerreronis*, para esses agrotóxicos.

Fonte: Agrofite (2018).

ou quatro pulverizações quinzenais, a depender da intensidade de ataque, seguidas de pulverizações de manutenção a cada 20 a 30 dias. O jato de pulverização deve ser dirigido às inflorescências recém-abertas e aos cachos novos (Ferreira; Michereff Filho, 2002).

Ferreira e Michereff Filho (2002) recomendam o nível de controle de 15% de frutos amostrados com sintomas de ataque do ácaro-da-necrose ou índice de perda equivalente a 10% da produção. Outros pesquisadores sugerem a adoção de medidas de controle quando 5% dos frutos apresentarem sintomas de ataque do ácaro-da-necrose (Alencar et al., 2000).

Agentes de controle biológico, como fungos patogênicos a ácaros, também auxiliam a controlar essa praga. Hall et al. (1980) encontraram os fungos *Hirsutella thompsonii* e *Verticillium lecanii* reduzindo populações do ácaro-da-necrose em ilhas dos oceanos Pacífico e Índico. O fungo *H. thompsonii* tem sido apontado como um promissor agente de controle dessa praga. Rosas et al. (1992) testaram *H. thompsonii* em coqueirais infestados pelo ácaro no México e obtiveram, em algumas parcelas, um incremento real de 25,5% de frutos sadios, com um aumento aproximado de 30 g a 50 g de copra seca por fruto. Decorridos 3 anos da experimentação, o fungo esta-

beleceu-se na área e colonizou os ácaros durante todo o ano. Estudos conduzidos na Embrapa Tabuleiros Costeiros também demonstraram o potencial de três isolados de *H. thompsonii* provenientes dos estados de Sergipe e do Pará, no controle do ácaro-da-necrose (Ferreira et al., 2005). Os produtos alternativos acanat (citronela + nim; 150 mL 100 L⁻¹ de água) e boveril PM (à base do fungo *Beauveria bassiana*; 320 g 100 L⁻¹ de água), aplicados quinzenalmente, a partir da abertura das inflorescências, foram eficientes no controle do ácaro-da-necrose (Braga Sobrinho et al., 2004).

Diversos predadores estão associados ao ácaro-da-necrose, principalmente os ácaros das famílias Phytoseiidae, Melicharidae e Bdellidae. No Brasil, os ácaros predadores *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot (Phytoseiidae), *Neoseiulus paspalivorus* DeLeon (Phytoseiidae), *Amblyseius largoensis* (Muma) (Phytoseiidae), *Euseius alatus* DeLeon (Phytoseiidae), *Proctolaelaps bickleyi* Bram (Ascidae), *Proctolaelaps bulbosus* (Ascidae) Moraes, Reis e Gondim Jr. e *Bdella ueckermanni* Hernandez, Daud e Feres (Bdellidae) são apontados como os principais inimigos naturais do ácaro-da-necrose (Lawson-Balagbo et al., 2008; Galvão et al., 2011). Entre as espécies anteriores, apenas *N. baraki* e *N. paspalivorus* são frequentemente encontradas sob as brácteas dos frutos, região que abriga a maior parte da colônia do ácaro-da-necrose. Os demais predadores podem se alimentar do ácaro-da-necrose, sobretudo durante seu período de dispersão e de caminhar sobre as plantas de coqueiro (Galvão, 2009).

Ácaro-da-mancha-anelar

Amrineus cocofolius Flechtmann, 1994 (Acari: Eriophyidae)

Descrição, biologia e comportamento

O ácaro-da-mancha-anelar (*A. cocofolius*) apresenta a região anterior do corpo mais larga do que a posterior, que é afilada (Figura 4). Flechtmann (1994) descreveu esse ácaro tomando por base exemplares coletados em folhas de coqueiros no Estado de São Paulo. A fêmea mede de 148 µm a 171 µm de comprimento e possui a região anterior alargada, com 65 µm a 70 µm de largura (Flechtmann, 1994). O macho mede entre 138 µm e 171 µm de comprimento e possui a região anterior alargada, com dimensões entre 62 µm e 70 µm. O ácaro possui dois pares de pernas na região anterior do corpo, característica própria dos eriofídeos. O ácaro-da-mancha-anelar passa pelas fases de ovo, larva, ninfa e adulto. As colônias do ácaro desenvolvem-se tanto nos folíolos quanto na epiderme dos frutos,

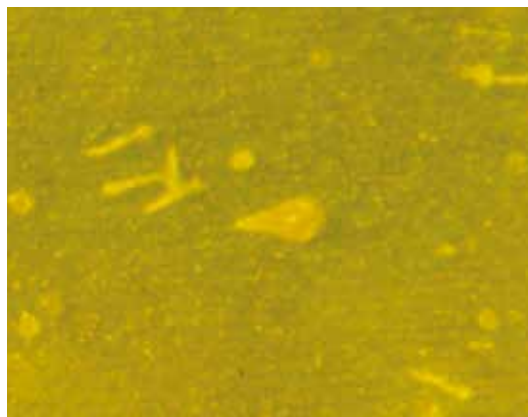


Foto: Joana M.S. Ferreira

Figura 4. Ácaro-da-mancha-anelar *Amrineus cocofolius*.

principalmente nas bordas da superfície abaxial das brácteas em contato com a epiderme (Navia et al., 2005). O vento é uma das principais formas de dispersão do ácaro-da-mancha-anelar.

Plantas hospedeiras

O ácaro-da-mancha-anelar é encontrado atacando o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) e algumas espécies de palmeiras nativas do Brasil, como indaiá-do-cerrado (*Attalea geraensis* Barb. Rodr.), butiazeiros (*Butia archeri* (Glass.) e *Butia eriospatha* (Mart.) Becc.) e jerivá (Santana; Flechtmann, 1998; Navia et al., 2007).

Distribuição geográfica

O ácaro-da-mancha-anelar tem sido relatado em Cuba, na Colômbia, no México e no Brasil (Navia et al., 2005; Cabrera et al., 2007). No Brasil, o ácaro é relatado nos seguintes estados: Alagoas, Amapá, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rondônia e Sergipe (Flechtmann, 1994; Santana; Flechtmann, 1998; Ferreira et al., 2001).

Natureza do dano

Os frutos atacados perdem o brilho e em seguida surgem pontos escuros, os quais evoluem para necrose da epiderme, que, por sua vez, provoca rachaduras longitudinais na linha de crescimento dos frutos (Cintra et al., 2000). A necrose assemelha-se a uma cinta ou anel, cujo contorno é bem definido ao longo da região equatorial do

fruto, daí a denominação de mancha-anelar (Figura 5). A mancha-anelar pode evoluir para as extremidades e cobrir grande parte da superfície de frutos muito atacados. A necrose da mancha-anelar é superficial nos tecidos do mesocarpo e não existem evidências de alteração da qualidade de água ou da redução do peso de frutos atacados (Cintra et al., 2000). No entanto, os preços dos frutos destinados a água de coco são reduzidos em virtude dos danos causados à sua aparência. Frutos de um mesmo cacho podem apresentar diversos níveis de infestação. Os sintomas de ataque podem ser observados em frutos de 5 meses, a partir da abertura da espata, e estão diretamente relacionados à intensidade de infestação (Ferreira et al., 2001). Os sintomas de ataque do ácaro-da-mancha-anelar são semelhantes aos causados pelo ácaro-da-necrose, com a diferença de que a necrose é formada ao longo da linha equatorial do fruto, cobrindo-o, e não em



Foto: Joana M.S. Ferreira

Figura 5. Sintoma de ataque do ácaro-da-mancha-anelar (*Amrineus cocofolius*) em frutos de coqueiro.

formato triangular. Ademais, a necrose causada pelo ácaro-da-mancha-anelar no fruto é mais superficial e menos acentuada do que a causada pelo ácaro-da-necrose.

Medidas de controle

A coleta e a destruição de frutos muito atacados e a adubação equilibrada, evitando-se excesso de nitrogênio, diminuem a população do ácaro-da-mancha-anelar em plantas em produção. Recomenda-se a adoção de controle quando 25% dos cachos amostrados em parcelas de 100 plantas e 15% dos cachos amostrados em parcelas de 1,6 mil e 4 mil plantas manifestarem sinais da presença do ácaro vivo na superfície dos frutos (Ferreira; Michereff Filho, 2002). Como não existem agrotóxicos registrados para o controle do ácaro-da-mancha-anelar em coqueiro no Brasil (Agrofit, 2016), produtos alternativos – como o óleo de nim ou a mistura de óleo de algodão a 1,5% com detergente neutro a 1%, mistura essa recomendada para o controle do ácaro-da-necrose – podem ser usados no controle dessa praga. No caso do uso da mistura de óleo de algodão com detergente neutro, recomendam-se duas pulverizações quinzenais, seguidas de aplicações mensais de manutenção, com o jato dirigido aos cachos. Insetos e ácaros predadores presentes na copa das plantas podem ajudar a reduzir a população dessa praga. Fungos patogênicos para ácaros, como *Hirsutella thompsonii*, também vêm sendo estudados para o controle desse ácaro.

Microácaro-branco

Retractus johnstoni Keifer,
1965 (Acari: Phytoseiidae)

Descrição, biologia e comportamento

Ovos, larvas, ninfas e adultos do microácaro-branco exibem secreções cerosas esbranquiçadas e opacas. Os ovos são translúcidos e medem cerca de 50 µm de diâmetro. Larvas, ninfas e adultos medem aproximadamente 100 µm, 120 µm e 180 µm de comprimento, respectivamente (Gondim Júnior; Moraes, 2003). Assim como as duas espécies anteriores de eriofídeos, as fases ativas do microácaro-branco possuem apenas dois pares de pernas. O ácaro é amarelo-claro. A região anterior do corpo é mais larga e robusta, enquanto a posterior é afilada. As colônias do microácaro-branco desenvolvem-se na face inferior dos folíolos. O vento é uma das principais formas de dispersão dos ácaros dessa família. O ciclo biológico do microácaro-branco foi estudado em condições controladas de laboratório (25,8 °C ± 2 °C de temperatura, 56% ± 5% de umidade relativa e 14 horas de luz) em folíolos da palmeira jerivá (Gondim Júnior; Moraes, 2003). As fases de ovo, larva e ninfa do ácaro tiveram duração média de 6,9, 7,1 e 6,5 dias, respectivamente. O período de oviposição das fêmeas durou em média 12,3 dias, tendo sido produzidos 5,4 ovos durante esse período. A população foi composta por cerca de duas fêmeas para cada macho (Gondim Júnior; Moraes, 2003).

Plantas hospedeiras

O microácaro-branco (*R. johnstoni*) possui preferência acentuada por palmáceas e tem sido relatado em: coqueiro (*Cocos nucifera* L.), jerivá, brejaúva (*Astrocaryum aculeatisimum* (Schott) Burret), pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth), tucum (*Bactris setosa* Mart.), *Chamaedorea costaricana* Oerst., *Chamaedorea elegans* Mart., dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), juçara (*Euterpe edulis* Mart.), açazeiros (*Euterpe oleracea* Mart. e *E. precatoria* Mart.), *Geonoma gamiovora* Barb. Rodr., *Geonoma pohliana* Mart., *G. schottiana* Mart. e buritizeiros (*Mauritia flexuosa* L. e *Scheelea* sp.) (Keifer, 1965; Santana; Flechtmann, 1998; Navia et al., 2007).

Distribuição geográfica

O microácaro-branco foi descrito por Keifer em 1965, a partir de espécimes coletados na palmeira *Chamaedorea* sp., provenientes do México. O ácaro também é citado na Costa Rica. No Brasil, é relatado nos seguintes estados: Amazonas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, São Paulo, Sergipe e Rio de Janeiro (Santana; Flechtmann, 1998; Navia et al., 2007).

Natureza do dano

Os sintomas de ataque do microácaro-branco em coqueiro são caracterizados pelo aparecimento de pequenas manchas cloróticas, visíveis de ambos os lados dos folíolos das folhas novas, as quais se expandem à medida que as folhas envelhecem, cobrindo uma grande área do folíolo (Figura 6), e também

por pequenos pontos brancos sob os folíolos, em virtude da secreção cerosa e opaca produzida pelos ácaros (Figura 7). Em infestações severas, as plantas ficam com aspecto clorótico generalizado, apresentando folhas mais velhas, amareladas, com manchas ferruginosas. Folíolos muito atacados podem secar (Moraes; Flechtmann, 2008).



Foto: Adenir V. Teodoro

Figura 6. Sintomas de ataque do microácaro-branco (*Retracrus johnstoni*) na página superior de folíolos do coqueiro.

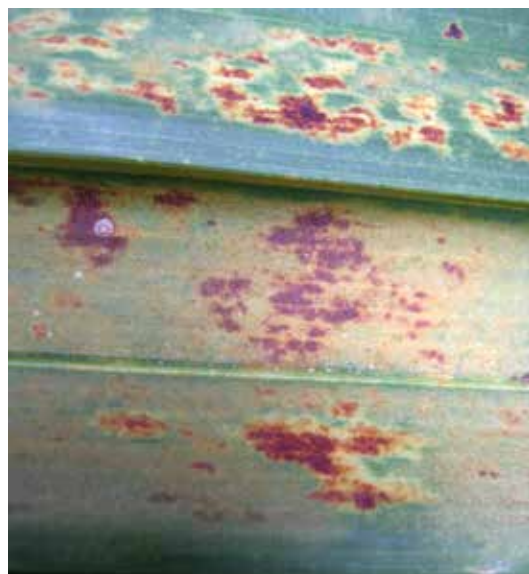


Foto: Adenir V. Teodoro

Figura 7. Sintomas de ataque do microácaro-branco (*Retracrus johnstoni*) na página inferior de folíolos do coqueiro.

Medidas de controle

Não existem acaricidas registrados para o controle do microácaro-branco em coqueiro no Brasil (Agrofit, 2016); portanto, sugere-se a pulverização com produtos alternativos, com o jato dirigido à face inferior dos folíolos. Insetos e ácaros predadores, além de fungos patogênicos para ácaros, ocorrem naturalmente em coqueiros e ajudam a regular as populações do microácaro-branco.

Ácaro-da-mancha-longitudinal

Steneotarsonemus furcatus De Leon, 1956 (Acari: Tarsonemidae)

Descrição, biologia e comportamento

A fêmea do ácaro-da-mancha-longitudinal mede aproximadamente 235 µm de comprimento por 112 µm de largura, é alongada e translúcida. O macho mede em torno de 166 µm de comprimento e 76 µm de largura, é oval-alongado, com coloração semelhante à da fêmea. Ambos os sexos são deprimidos dorsoventralmente, e os ovos são quase brancos, ovais e postos em grupos de dois ou três (Denmark; Nickerson, 1981). Assim como os demais tarsonemídeos, o ácaro-da-mancha-longitudinal possui quatro pares de pernas e passa pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto. A pupa corresponde a uma fase imóvel. Pupas que darão origem a fêmeas são reconhecidas e carregadas por machos, que copulam com elas imediatamente após a emergência (Moraes; Flechtmann, 2008). O vento é uma das principais formas de dispersão de *S. furcatus*.

Plantas hospedeiras

O ácaro-da-mancha-longitudinal possui uma ampla gama de hospedeiros, principalmente plantas monocotiledôneas. Torre et al. (2005) citam: capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea* (L.) Hitch), coqueiro (*Cocos nucifera* L.), capim-pangola (*Digitaria decumbens* Stewt.), capim-colchão (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.), capim (*Echinochloa colonum* (L.) Link.), capim-arroz (*Echinochloa crusgalli* (L.)), pé-de-galinha (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.), arroz (*Oriza sativa* L.), capim-milhã (*Panicum fasciculatum* Sw.), capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), capim-da-areia (*Panicum reptans* L.), *Paspalum lividum* Trin., *Paspalum paniculatum* L., capim-camalote (*Rottboelia cochinchinensis* L.), sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) e sorgo-de-alepo (*S. halepense*) como hospedeiros do ácaro. *Marantha* sp., *Calathea* sp. e grama-bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) também são referidas na literatura como hospedeiras.

Distribuição geográfica

O ácaro-da-mancha-longitudinal é encontrado no Brasil, na Costa Rica, em Cuba, em El Salvador, nos Estados Unidos, na Malásia, no México, em Taiwan e na Venezuela. No Brasil, o ácaro é reportado nos estados de Alagoas, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Sergipe (Navia et al., 2005).

Natureza do dano

O ácaro-da-mancha-longitudinal é encontrado tanto na superfície dos frutos sob as brácteas quanto nas margens distais das brácteas. O ataque se dá preferencial-

mente em frutos jovens de até 13 cm de comprimento. A preferência por frutos jovens é, provavelmente, consequência de os estiletes quelicerais dos ácaros tarsonemídeos não serem suficientemente longos para penetrar tecidos já formados (Moraes; Flechtmann, 2008). Os sintomas são semelhantes aos causados por *A. guerreronis*, com áreas necróticas com fendas e rachaduras (Figura 8). No entanto, as bandas necróticas em frutos atacados por *S. furcatus* são longitudinais, e não em formato de triângulo, como em *A. guerreronis*. Outra diferença em relação a frutos atacados por *A. guerreronis* é que as listras longitudinais não circundam totalmente o fruto (Navia et al., 2005). Outra espécie, *Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego & Gondim Jr., descrita atacando coqueiro no Nordeste do Brasil, apresentou sintomas muito semelhantes aos de *S. furcatus* (Lofego; Gondim Júnior, 2006).

Foto: Joana M.S. Ferreira



Figura 8. Sintomas de ataque do ácaro-da-mancha-longitudinal (*Steneotarsonemus furcatus*) em fruto de coqueiro.

Medidas de controle

Não existem acaricidas registrados para o controle dessa praga em coqueiro no Brasil

(Agrofit, 2016); portanto, sugere-se a pulverização com produtos alternativos, a exemplo da mistura de óleo de algodão a 1,5% e detergente neutro a 1%, com o jato dirigido aos frutos novos atacados. Insetos e ácaros predadores, além de fungos patogênicos a ácaros, ocorrem naturalmente em coqueiros e ajudam a regular as populações do ácaro-da-mancha-longitudinal.

Ácaro-vermelho

Tetranychus mexicanus (McGregor, 1950) (Acari: Tetranychidae)

Descrição, biologia e comportamento

Trata-se de um pequeno ácaro avermelhado, medindo de 0,2 mm a 0,3 mm. O ácaro-vermelho passa pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. As fases de protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida são períodos imóveis que precedem as protoninfas, as deutoninfas e os adultos. As larvas possuem apenas três pares de pernas, enquanto as demais fases móveis possuem quatro pares. Os machos são capazes de detectar a teliocrisálida que dará origem a uma fêmea, copulando-a logo após a emergência. O ácaro-vermelho vive em colônias e tece grande quantidade de teia na epiderme inferior dos folíolos, onde coloca os ovos. Os ácaros podem ser vistos a olho nu. Os aspectos biológicos de *T. mexicanus* foram estudados por Paschoal (1968) em folhas de limão-galego (*Citrus aurantifolia* Swingle), tendo obtido os seguintes resultados: período de incubação dos ovos – 6 a 7 dias; fase larval – 4 a 7 dias; protoninfa – 4

a 5 dias; deutoninfa – 2 a 4 dias, com um total de 18 dias para completar o ciclo de vida do macho e 20 dias para as fêmeas, com a temperatura variando entre 19 °C e 25 °C. Sousa et al. (2010) obtiveram os dados biológicos de *T. mexicanus* em condições controladas de laboratório (27 °C, 70% $\pm$ 10% de umidade relativa e 12 horas de luminosidade) em três espécies de anônaceas: graviola (*Annona muricata* L.), pinha (*A. squamosa* L.) e araticum (*A. coriaceae* Mart.). Os períodos médios de ovo (2,4 a 3,4 dias), larva (2,5 a 3,5 dias), protoninfa (1,9 a 2,4 dias) e deutoninfa (2,3 a 2,7 dias) variaram de acordo com o hospedeiro, registrando-se um menor período de ovo adulto em graviola e araticum. Os mesmos autores observaram que o número total de ovos por fêmea pode chegar a 98,9 em graviola. Períodos quentes e secos favorecem surtos populacionais do ácaro-vermelho. O vento é uma das principais formas de dispersão de ácaros tetraniquídeos.

Plantas hospedeiras

O ácaro-vermelho é polífago e tem sido registrado em coqueiro (*Cocos nucifera* L.), gravioleira, pinha, araticum, babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.), pupunheira, dendezeiro, algodoeiro, cacaueiro (*Theobroma* spp.), *Citrus* spp., feijoeiros (comum e caupi), mamoeiro, pereira, pessegueiro, caramboleira, entre outros (Moraes; Flechtmann, 2008).

Distribuição geográfica

O ácaro-vermelho é encontrado em diversos países da América como Brasil, Colômbia, Equador e Peru. No Brasil, o ácaro-vermelho tem sido relatado na Bahia, no Ceará, no Maranhão, em Minas Gerais, na Paraíba, em Pernambuco, em São Paulo e em Sergipe (Santana; Flechtmann, 1998).

Natureza do dano

Colônias do ácaro-vermelho atacam a página inferior das folhas do coqueiro, tecendo

Fotos: Joana M.S. Ferreira

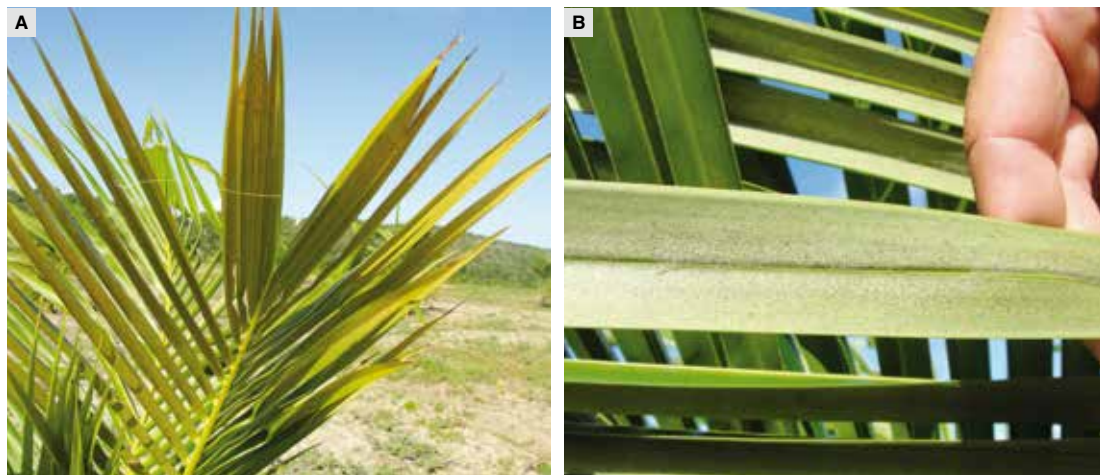


Figura 9. Bronzeamento causado pelo ataque do ácaro-vermelho (*Tetranychus mexicanus*) em folhas de coqueiro jovem (A) e presença de exúvias e detritos na face inferior do folíolo (B).

teia e causando bronzeamento (Figura 9a). A presença do ácaro-vermelho também pode ser detectada pela fina camada esbranquiçada, correspondente a exúvias, bem como pelos detritos de poeira aderidos à teia na página inferior dos folíolos, que se torna opaca (Figura 9b). Os ácaros tetraniquídeos alimentam-se do conteúdo das células da epiderme e do parênquima, levando à redução da fotossíntese e ao aumento da transpiração. Outras espécies – *Tetranychus neocaledonicus* André, 1933 e *Oligonychus modestus* Banks, 1900 – foram relatadas atacando coqueiro. A primeira, no Estado da Bahia, com sintomas muito semelhantes aos de *T. mexicanus* (Santana; Flechtmann, 1998), a segunda, relatada pela primeira vez em folíolos de coqueiro no Estado de São Paulo (Oliveira et al., 2012), e, mais recentemente, em mudas de coqueiro no Estado do Pará, e em coqueiro jovem e em produção nos estados do Ceará e de Sergipe.

Medidas de controle

Realizar o monitoramento de todas as plantas do viveiro e dos plantios de até 2 anos de idade quando forem observados pontos de descoloração nos folíolos das plantas. Confirmada a presença do ácaro-vermelho, devem-se adotar medidas de controle para evitar a disseminação da praga e, nos casos graves, fazer pulverizações localizadas com produtos alternativos, como a mistura de óleo de algodão a 1,5% mais o detergente neutro a 1% (mantendo o jato dirigido à face inferior dos folíolos), haja vista que não existem

agrotóxicos registrados para o controle dessa praga em coqueiro no Brasil (Agrofit, 2016). O controle biológico natural do ácaro-vermelho é feito por diversos inimigos naturais, sobretudo ácaros predadores da família Phytoseiidae.

Ácaro-vermelho-das-palmeiras

Raoiella indica Hirst, 1924
(Acari: Tenuipalpidae)

Descrição, biologia e comportamento

O ácaro-vermelho-das-palmeiras foi descrito por Hirst (1924) a partir de exemplares coletados em coqueiro na Índia e é considerado uma das principais pragas dessa cultura em outros países (Mendonça et al., 2005; Kane et al., 2012). O ácaro é encontrado principalmente na página inferior dos folíolos, em grandes colônias, com a presença de exúvias (Figura 10). Todas as fases ativas são vermelhas, com pontos escuros no corpo (Figura 11). O ácaro passa pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deu-



Foto: Denise Navia

Figura 10. Colônia do ácaro-vermelho-das-palmeiras (*Raoiella indica*) em muda de coqueiro.

Foto: Denise Navia

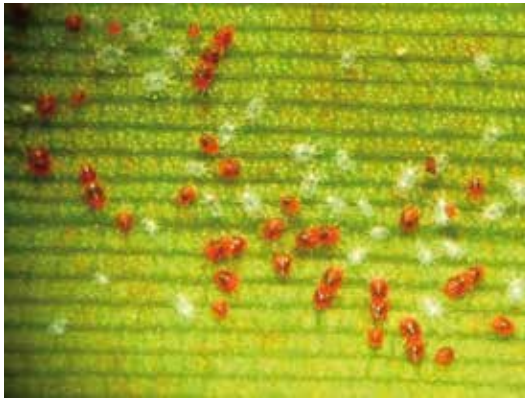


Figura 11. Detalhe de colônia do ácaro-vermelho-das-palmeiras (*Raoiella indica*).

toninfa e adulto. As fases de protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida são períodos de imobilidade, que precedem as protoninfas, as deutoninfas e os adultos. O ovo é rosa-avermelhado, oblongo e brilhante, com uma haste na extremidade, e mede de 95 μm a 120 μm de comprimento (Kane et al., 2012). A larva, de coloração vermelho-alaranjada, possui três pares de pernas e mede de 90 μm a 130 μm de comprimento. A protoninfa é maior que a larva, com comprimento de 170 μm a 190 μm , e, assim como as fases subsequentes, possui quatro pares de pernas. A deutoninfa tem formato oval e mede de 240 μm a 250 μm de comprimento. O adulto é deprimido ventralmente, com longas setas ou “pelos” no corpo. As fêmeas medem de 230 μm a 300 μm de comprimento e têm o corpo oval, enquanto os machos são menores (de 150 μm a 200 μm) e possuem o corpo triangular (Mendonça et al., 2005; Kane et al., 2012). Todas as fases do ácaro excretam gotículas de um fluido pelas setas do dorso, que podem ter função defensiva (Kane et al., 2012). O vento é uma das principais formas de dispersão desse ácaro.

O ácaro apresenta reprodução sexuada e assexuada. Os ovos fecundados dão origem a fêmeas, enquanto os não fecundados produzem apenas machos. Nageshachandra e Channabasavanna (1984) estudaram a biologia de *R. indica* em condições de laboratório (23,9 °C a 25,7 °C de temperatura e 59,8% de umidade relativa) em folhas de coqueiro na Índia. Esses autores verificaram que as fases de ovo, larva, protocrisálida, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa e teliocrisálida provenientes de fêmeas fecundadas tiveram duração média de 8, 3,5, 1,91, 3,1, 2,0, 3,4 e 2,64 dias, respectivamente; as mesmas fases do desenvolvimento do ácaro-vermelho-das-palmeiras tiveram duração menor em fêmeas não fecundadas; e fêmeas acasaladas e não acasaladas colocaram em média 22 e 18,4 ovos, respectivamente.

Plantas hospedeiras

O ácaro-vermelho-das-palmeiras possui ampla gama de hospedeiros. Carrillo et al. (2012a) atualizaram a lista de hospedeiros e citam que o ácaro é capaz de se reproduzir em 91 espécies de plantas monocotiledôneas, como: coqueiro (*Cocos nucifera* L.), dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), *Areca* spp., *Bactris plumeriana* Mart., tamareira (*Phoenix* spp.), manila (*Veitchias* spp.), rabo-de-peixe (*Caryota* spp.), licuala (*Licuala grandis* Wendl.) e leque-de-fiji (*Pritchardia* spp.). Plantas ornamentais (*Heliconia* spp. e *Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith) e bananeira (*Musa* spp.) também são atacadas pelo ácaro (Mendonça et al., 2005; O Ácaro..., 2006; Vásquez et al., 2008; Carrillo

et al., 2012a). O coqueiro é o hospedeiro primário de *R. indica*, e altas populações do ácaro também são encontradas em banana. Em virtude de sua recente invasão, pouco se sabe sobre as plantas hospedeiras dessa praga no Brasil.

Distribuição geográfica

O ácaro é provavelmente originário da África ou do Oriente Médio (Dowling et al., 2012) e é encontrado atualmente nos seguintes países: Brasil, Caribe, Colômbia, Emirados Árabes Unidos, Estados Unidos, Filipinas, Haiti, Índia, Paquistão, Maurício, Irã, Iraque, Egito, Israel, Santa Lúcia, Sudão, Trinidad & Tobago, Tunísia, Martinica, México, Omã e Venezuela (Mendonça et al., 2005; O Ácaro...,

2006; Vásquez et al., 2008; Dowling et al., 2012; Kane et al., 2012; Peña et al., 2012). O ácaro foi encontrado pela primeira vez no Brasil em 2009 em coqueiros de Boa Vista, RR (Navia et al., 2011), e posteriormente em Manaus, AM (Rodrigues; Antony, 2011). Atualmente, o ácaro-vermelho-das-palmeiras está amplamente distribuído em diversos estados brasileiros, e pode causar danos, sobretudo em cultivos de coqueiro e banana (MELO et al. 2018).

Natureza do dano

Plantas novas são mais severamente afetadas; já plantas com mais de 5 anos resistem melhor ao ataque do ácaro. As folhas atacadas exibem amarelecimento severo (Figura 12),



Foto: Adenir V. Teodoro

Figura 12. Amarelecimento causado pelo ataque do ácaro-vermelho-das-palmeiras (*Raoiella indica*) em planta de coqueiro.

necrose e ressecamento, que podem resultar na morte da planta. A população do ácaro aumenta em períodos quentes e diminui durante o período chuvoso, em virtude do aumento da precipitação e da umidade relativa (Mendonça et al., 2005; Gondim Júnior et al., 2012; Taylor et al., 2012). O ataque do ácaro pode reduzir a produção do coqueiro em mais de 50% (Mendonça et al., 2005; Peña et al., 2012).

Medidas de controle

O transporte de material vegetal infestado, principalmente folhas e mudas, de locais infestados para outras áreas contribui para a dispersão dessa praga. O ácaro pode ainda se dispersar por meio de material destinado à colheita. Atualmente, não existem acaricidas registrados para o controle do ácaro-vermelho-das-palmeiras em coqueiro no Brasil (Agrofit, 2016) e, em países onde se usa esse método de controle, ele tem aumentado os custos de produção. Rodrigues e Penha (2012) relatam que os agrotóxicos espiromesifeno, dicofol, acequinocyl, etoxanole, abamectina, piridabem, milbemectina e enxofre foram eficientes na redução de populações dessa praga em Porto Rico e nos Estados Unidos. Os óleos brutos de algodão, coco e dendê, na concentração de 1,5% + 1% de detergente neutro, também podem ser usados no controle do ácaro-vermelho, em pulverização dirigida à superfície inferior dos folíolos do coqueiro. O controle biológico pode ser um importante aliado no manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras. Carrillo et al. (2012b) listam 16 espécies de ácaros predadores e 12 espécies de insetos predadores como inimigos naturais do

ácaro na Ásia, na África e nas Américas. Os ácaros predadores da família Phytoseiidae – *Amblyseius caudatus* Berlese, *A. channabasavanni* Gupta e *A. largoensis* (Muma) –, bem como as joaninhas *Stethorus keralicus* Kapur e *Telsimia ephippiger* Chapin, são considerados importantes predadores do ácaro. Os mesmos autores relatam, ainda, três espécies de fungos patogênicos ao ácaro: *Simplicillium* sp., *Lecanicillium lecanii* e *Hirsutella thompsonii* Fisher. Em virtude da recente introdução dessa espécie no Brasil, um levantamento abrangente de inimigos naturais e seu potencial de controle necessita ser feito.

Considerações finais

Diversas espécies de ácaro atacam tanto os frutos quanto as folhas de coqueiro no Brasil, reduzindo, assim, sua produção. Com o monitoramento periódico do coqueiral consegue-se identificar o início do ataque, avaliar a importância econômica da infestação e até mesmo ajudar o produtor a tomar a decisão entre monitorar ou adotar alguma medida de controle. Embora o manejo de ácaros-praga seja, geralmente, feito com acaricidas, os óleos brutos vegetais também podem ser usados no seu controle. Esses óleos possuem, ademais, a vantagem de ser, geralmente, menos tóxicos ao ambiente, ao homem e aos inimigos naturais que ocorrem em cultivos de coqueiro. Ácaros predadores são os principais inimigos naturais dos ácaros-praga, e suas populações devem ser preservadas nos coqueirais por meio da aplicação de produtos menos tóxicos, que sejam compatíveis com esses agentes de controle biológico.

Referências

- AGROFIT: sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 5 set. 2018.
- ALENCAR, J. A. de; ALENCAR, P. C. G. de; HAJI, F. N. P.; BARBOSA, F. R. **Proposta de nível de controle para o monitoramento do ácaro da necrose do coqueiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 4 p. (Embrapa Semi-Árido. Instruções técnicas, 29).
- BRAGA SOBRINHO, R.; PEIXOTO, M. J. A.; LIMA, R. N.; MESQUITA, A. L. M.; BANDEIRA, C. T.; FERREIRA, J. M. S. **Alternativa para o controle do ácaro-da-necrose-do-fruto-do-coqueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 2 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 90).
- CABRERA, R. I.; CAO, J.; NAVIA, D.; GONZÁLEZ, C.; CUETO, J. R.; TORRES, M. Ocorrência de *Amrineus cocofolius* Flechtmann (Prostigmata: Eriophyidae) em frutos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) em Cuba. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 473-475, 2007.
- CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCAN, R. E.; PEÑA, J. E. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 271-289, 2012a.
- CARRILLO, D.; FRANK, J. H.; RODRIGUES, J. C. V.; PEÑA, J. E. A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 347-360, 2012b.
- CINTRA, F. L. D.; FERREIRA, J. M. S.; PASSOS, E. E. M.; NOGUEIRA, L. C.; SOBRAL, L. F.; LEAL, E. C.; FONTES, H. R. **Mancha anelar do fruto do coqueiro: uma ameaça à comercialização do coco in natura para água**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2000. 12 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 13).
- DENMARK, H. A.; NICKERSON, E. A tarsonemid mite, *Steneotarsonemus furcatus* De Leon, a serious pest on *Maranta* sp. and *Calathea* sp. (Acarina: Tarsonemidae). **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 94, p. 70-72, 1981.
- DOWLING, A. P. G.; OCHOA, R.; BEARD, J. J.; WELBOURN, W. C.; UECKERMAN, E. A. Phylogenetic investigation of the genus *Raoiella* (Prostigmata: Tenuipalpidae): diversity, distribution, and world invasions. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 257-269, 2012.
- FERREIRA, J. M. S.; ARAÚJO, R. P. C. de; SARRO, F. B. **Mancha-anelar-do-fruto-do-coqueiro: agente causal e danos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 20 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 27).
- FERREIRA, J. M. S.; MICHEREFF FILHO, M. (Ed.). **Produção integrada de coco: práticas fitossanitárias**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 107 p.
- FERREIRA, J. M. S.; MICHEREFF, M. F. F.; LEAL, M. L. S.; SANTOS, A. R. R.; SANTOS, F. J. **Avaliação de diferentes concentrações do fungo *Hirsutella thompsonii* (Fisher) no controle do ácaro *Aceria guerreronis* (Keifer)**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 1 folder.
- FLECHTMANN, C. H. W. *Amrineus cocofolius* n.g., n.sp. (Acari: Eriophyidae) from Brazil. **International Journal of Acarology**, v. 20, n. 1, p. 57-59, 1994.
- GALVÃO, A. S.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; MORAES, G. J. Life history of *Proctolaelaps bulbosus* feeding on the coconut mite *Aceria guerreronis* and other possible food types occurring on coconut fruits. **Experimental and Applied Acarology**, v. 53, p. 245-252, 2011.
- GALVÃO, S. S. **Bioecologia de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) e de seus potenciais predadores**. 2009. 111 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; CASTRO, T. M. M. G.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; NAVIA, D.; MELO, J. W. S.; DEMITE, P. R.; MORAES, G. J. de. Can the red palm mite threaten the Amazon vegetation? **Systematic and Biodiversity**, v. 10, n. 4, p. 527-535, 2012.
- GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; MORAES, G. J. Life cycle of *Retracrus johnstoni* Keifer (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 197-201, 2003.
- HALL, R. A.; HUSSEY, N. W.; MARIAU, D. Results of a survey of biological control agents of the coconut mite *Eriophyes guerreronis*. **Oléagineux**, v. 35, n. 8-9, p. 395-399, 1980.
- HIRST, S. On some new species of red spider. **Annals and Magazine of Natural History**, v. 14, p. 522-527, 1924.
- KANE, E. C.; OCHOA, R.; MATHURIN, G.; ERBE, E. F.; BEARD, J. J. *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae): an exploding mite pest in the neotropics. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 215-225, 2012.
- KEIFER, H. H. **Eriophyid studies B-14**. [Sacramento]: California Department of Agriculture, 1965. Disponível em: <<https://www.cdffa.ca.gov/plant/ppd/PDF/EriophyidStudiesB-14.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2016.
- LAWSON-BALAGBO, L. M.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; MORAES, G. J.; HANNA, R.; SCHAUSBERGER, P. Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. **Bulletin of Entomological Research**, v. 98, p. 83-96, 2008.
- LOFEGO, A. C.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C. A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) from Brazil. **Systematic & Applied Acarology**, v. 11, p. 195-203, 2006.

- MELO, J. W. S.; NAVIA, D.; MENDES, J. A.; FILGUEIRAS, R. M. C.; TEODORO, A. V.; FERREIRA, J. M. S.; GUZZO, E. C.; SOUZA, I. V.; MENDONÇA, R. S.; CALVET, E. C.; PAZ NETO, A. A.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; MORAIS, E. G. F.; GODOY, M. S.; SANTOS, J. R.; SILVA, R. I. R.; SILVA, V. B.; NORTE, R. F.; OLIVA, A. B.; SANTOS, R. D. P.; DOMINGOS, C. A.. The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. **International Journal of Acarology**, v. 44, p. 146-149, 2018.
- MENDONÇA, R. S.; NAVIA, D.; FLECHTMANN, C. H. W. ***Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), o ácaro vermelho das palmeiras - uma ameaça para as Américas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 37 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 146).
- MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia**: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.
- NAGESHACHANDRA, B. K.; CHANNABASAVANNA, G. P. Plant mites. In: GRIFFITHS, D. A.; BOWMAN, C. E. (Ed.). **Acarology VI**. West Sussex: Ellis Horwood, 1984. v. 2, p. 785-790.
- NAVIA, D.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; MORAES, G. J. Eriophyoid mites (Acari: Eriophyoidea) associated with palm trees. **Zootaxa**, v. 1389, p. 1-30, 2007.
- NAVIA, D.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; SILVA, F. R.; GONDIM JR, M. G. C.; MORAES, G. J. First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 409-411, 2011.
- NAVIA, D.; MORAES, G. J.; LOFEGO, A. C.; FLECHTMANN, C. H. W. Acarofauna associada a frutos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) de algumas localidades das Américas. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 349-354, 2005.
- O ÁCARO vermelho das palmeiras (*Raoiella indica*): ameaça para o Brasil. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. Não paginado.
- OLIVEIRA, D. C.; MORAES, G. J. de; DIAS, C. T. S. Status of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) as a pest of coconut in the state of São Paulo, southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 41, n. 4, p. 315-323, Aug. 2012.
- PASCHOAL, A. D. Sobre a biologia do ácaro *Tetranychus mexicanus* (Acarina: Tetranychidae) – notas prévias. **Solo**, v. 60, n. 1, p. 67-70, 1968.
- PEÑA, J. E.; BRUIN, J.; SABELIS, M. W. Biology and control of the red palm mite, *Raoiella indica*: an introduction. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 211-213, 2012.
- RODRIGUES, J. C. V.; ANTONY, L. M. K. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Amazonas state, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 94, p. 1073-1074, 2011.
- RODRIGUES, J. C. V.; PEÑA, J. E. Chemical control of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in banana and coconut. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 317-329, 2012.
- ROSAS, L. S.; ACEVEDO, J. L. R.; BARAJAS, R. B. Valoración del daño causado por *Eriophyes* (*Aceria*) *guerreronis* a una huerta de palma de coco (*Cocos nucifera*) donde se aplico *Hirsutella thompsonii*. In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE LOS ACAROS Y OTRAS PLAGAS DEL COCOTERO Y SUS POSIBLES METODOS DE LUCHA, 1., 1992, Guantanamo. **Resúmenes...** Cuba: Centro de Información y Documentación Agropecuario del Instituto de Investigaciones de Cítricos y Otros Frutales, 1992. p. 266.
- SANTANA, D. L. Q.; FLECHTMANN, C. H. W. Mite (Arthropoda, Acari) associates of palms (Arecaceae) in Brazil I. Present status and new records. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, p. 959-963, 1998.
- SOBHA, T. R.; HAQ, M. A. Postembryonic development of the coconut mite, *Aceria guerreronis*, on coconut in Kerala, India. **Zoosymposia**, v. 6, p. 68-71, 2011.
- SOUSA, J. M.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; LOFEGO, A. C. Biologia de *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em três espécies de Annonaceae. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 319-323, 2010.
- SOUZA, I. V.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; RAMOS, A. L. R.; SANTOS, E. A.; FERRAZ, M. I. F.; OLIVEIRA, A. R. Population dynamics of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and other mites associated with coconut fruits in Una, state of Bahia, northeastern Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 58, p. 221-233, 2012.
- TAYLOR, B.; RAHMAN, P. M.; MURPHY, S. T.; SUDHEENDRAKUMAR, V. V. Within-season dynamics of red palm mite (*Raoiella indica*) and phytoseiid predators on two host palm species in south-west India. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 3-4, p. 331-345, Aug. 2012.
- TORRE, P. de la; ALMAGUEL, L.; BOTTA, E.; CÁCERES, I. Plantas hospedantes de *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Acari: Tarsonemidae) en Cuba. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 517-519, 2005.
- VÁSQUEZ, C.; QUIRÓS G. M. de; APONTE, O.; SANDOVAL, D. M. F. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in South America. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 6, p. 739-740, 2008.

Capítulo 3

Principais doenças

Dulce Regina Nunes Warwick

Viviane Talamini

Edna Castilho Leal

Chhatthoo Ram

Introdução

Na cultura do coqueiro incidem vários fitopatógenos, que causam prejuízos significativos à sua exploração, pelas doenças que provocam. Diagnosticar, com precisão, as doenças do coqueiro é condição indispensável para implementar medidas de controle.

Este estudo se propõe a identificar doenças consideradas economicamente importantes e aquelas de ocorrência menos comum, como é o caso da murcha de fitomonas (Warwick, 2000). Propõe-se também a identificar novas epidemias, como a da resinose, que ocorre esporadicamente em regiões produtoras da Ásia e atualmente provoca surtos que ocasionam prejuízos significativos em plantios de coqueiro-anão irrigado e híbridos, em várias regiões produtoras do País. Foram acrescentadas figuras para ilustrar cada doença.

Nos ecossistemas naturais, a densidade populacional de um patógeno é controlada pela densidade populacional da espécie de planta da qual ele parasita, e por seus inimigos naturais. O uso indevido de fungicidas

não seletivos, em super ou subdosagens e em épocas erradas, acaba selecionando populações resistentes, o que gera a necessidade de doses cada vez maiores, além do desenvolvimento de novos agrotóxicos.

O uso adequado de produtos químicos no controle das doenças é economicamente viável ao produtor e seguro ao meio ambiente.

É preciso monitorar continuamente o coqueiral para detectar a ocorrência de doenças, de forma a eliminar os primeiros focos antes que o coqueiral fique completamente comprometido. Deve-se também dar atenção aos saberes populares, incorporando-os, se for o caso, às intervenções propostas; mas, quando se tratar de um problema desconhecido, é indispensável recorrer a um profissional capacitado.

Espera-se que, com a utilização das informações ora apresentadas, as perdas de produção de coqueiro decorrentes do ataque de patógenos sejam bastante minimizadas. Os produtos químicos mencionados neste trabalho não estão registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), porém representam o resultado de pesquisa de instituições com ampla experiência no manejo dessa cultura.

Doenças foliares

Mancha-foliar ou helmintosporiose

A mancha-foliar, também conhecida como helmintosporiose, ocorre principalmente

em viveiros, em condições de alta umidade, pouco arejamento e temperaturas de 18 °C a 27 °C. Esse fungo é cosmopolita, e sua ocorrência tem sido relatada em muitas áreas tropicais e subtropicais, como Flórida (EUA), Jamaica, alguns países da Ásia, Austrália, Polinésia Francesa, Fiji, Filipinas e Ilhas Seychelles. Tem outros hospedeiros, como a palmeira-rabo-de-peixe (*Caryota mitis*), a palmeira-quênia (*Howea forsteriana*), a tamareira-de-jardim (*Phoenix roebelenii*), a palmeira-solitária (*Ptychosperma elegans*), *Rhapis* spp., além da palmeira-de-leque-do-méxico (*Washingtonia robusta*) (Chase; Broschat, 1991).

Agente causal

A doença é causada por *Bipolaris incurvata* (C. Bernard) M. B. Ellis, sin. *Drechslera incurvata* (C. Bernard) M. B. Ellis, *Helminthosporium incurvatum* C. Bernard, *H. halodes* Drechsler, Teleomorfo: *Cochliobolus* sp.

O fungo produz esporos longos e curvos, de cor cinza-amarronzado. Culturas puras de *Bipolaris incurvata* são relativamente fáceis de ser estabelecidas por meio de plantas doentes, mas a fase esporulante não o é, em comparação com outras espécies de *Bipolaris*. Os esporos do fungo germinam pela produção de tubo germinativo, a partir de ambas as extremidades do esporo (Uchida; Aragaki, 1991).

Sintomas

Em geral, os primeiros sintomas aparecem 8 dias após a penetração do fungo. Nesse estágio, as lesões são arredondadas, com

diâmetro menor que 2 mm, de cor verde-clara, sendo o centro mais escuro, e forma-se um halo amarelado. Esses sintomas evoluem com o desenvolvimento da doença. As lesões tornam-se ovais, alongadas no sentido da nervura dos folíolos, a cor passa a marrom-clara no centro e é mais escura na periferia, e o halo amarelo persiste (Figura 1). Em casos severos, as lesões coalescem, e as margens dos folíolos tornam-se necróticas (Warwick, 1989).



Foto: Dulce R. N. Warwick

Figura 1. Mancha-foliar causada por *Bipolaris incurvata*.

Danos, distúrbios fisiológicos e epidemiologia

A mancha-foliar pode provocar danos significativos em plantios jovens, principalmente em viveiros, os quais, além de prejudicarem o estado fitossanitário das plantas, diminuem seu valor de mercado. Nos casos mais severos, esse patógeno pode provocar a morte das plantas, principalmente se se tratar de germoplasma mais suscetível, como é o caso das variedades de origem polinésica (Ohler, 1964).

Estudando o efeito da nutrição na severidade da doença, Gallasch (1974) concluiu

que, em dosagens elevadas, o N aumenta a suscetibilidade das plantas. O S não apresenta efeito no desenvolvimento da doença, enquanto o K e o P diminuem sua severidade. O autor observou, ainda, que a importância do patógeno diminui à medida que as plantas vão envelhecendo.

A umidade favorece a produção de centenas de conidióforos, que emergem a partir da epiderme das folhas de coco. Temperaturas mais baixas (20 °C) favorecem a formação de conídios, enquanto temperaturas mais elevadas (31 °C) não lhes são favoráveis (Quillec; Renard, 1975). Os conídios são dispersos pelo vento e pela chuva. Com a umidade, os esporos germinam, e tubos germinativos penetram no hospedeiro.

Controle

Estudando os mecanismos de resistência varietal, não foi comprovada uma relação entre o número de estômatos na face inferior da folha e a suscetibilidade ao fungo. As variedades de coqueiro são classificadas em três grupos: 1) um tipo resistente, que se caracteriza pela não evolução das lesões após a inoculação com o fungo, a exemplo do coqueiro-gigante-do-oeste-africano (GOA) e do PB 121 (coqueiro-anão-amarelo-da-malásia x coqueiro-gigante-do-oeste-africano); 2) um tipo suscetível, caracterizado pelo crescimento rápido das lesões, com necrose e formação abundante de esporos nas faces inferior e superior das folhas, tipo esse representado pelo coqueiro-gigante-da-polinésia; e 3) um tipo intermediário, que apresenta uma evolução limitada das

lesões e uma esporulação pouco abundante, sendo o caso do coqueiro-anão-verde. Estudos realizados em relação aos mecanismos de hereditariedade indicam que a resistência observada na variedade GOA é do tipo dominante (Ohler, 1964).

O controle mais utilizado é o químico, por meio da aplicação preventiva de fungicidas. Deve-se direcionar o jato para a face inferior dos folíolos e remover as folhas infectadas. A utilização de uma adubação balanceada, sem excesso de nitrogênio, e a eliminação de plantas daninhas são importantes medidas preventivas (Warwick, 2000).

Lixa-pequena

A lixa-pequena é uma doença típica do Brasil. No exterior, só foi detectada na Guiana Francesa. A lixa-pequena foi relatada pela primeira vez em 1940, no Estado de Pernambuco (Batista, 1948). Atualmente, é encontrada em quase todas as regiões onde se cultiva o coqueiro, causando prejuízos mais acentuados em locais com alta precipitação (Warwick, 2000). É considerada a doença mais importante da cultura nos estados de Pernambuco, Pará e Bahia (Viana et al., 2005). Tem como plantas hospedeiras alternativas: buri-de-praia (*Allagoptera brevicalyx*), mané-veio (*Bactris ferruginea*) e ouricuri (*Syagrus coronata*) (Warwick; Leal, 2000).

Agente causal

O agente causal da lixa-pequena é o fungo ascomiceto *Camarotella torrendiella* (Batista) Bezerra & Vitória, sin. *Phyllachora torrendiella*

(Batista) Subileau, *Catacauma torrendiella* Batista (Vitória et al., 2008). A classificação taxonômica dos agentes causais das lixas do coqueiro, da pequena e da grande, tem variado na literatura, havendo referências a: *Coccidiella*, *Sphaerodothis*, *Phyllachora*, *Catacauma*, *Dothidea*, *Dothidina*, *Phaeochor*, *Auerswaldia*, *Hysterodothis*, *Montagnella*, *Coccostrom*, *Bagnisiopsis* e *Coccostromopsis*. Esses gêneros atualmente são considerados distintos do gênero *Camarotella* por terem características diferenciadas (Hyde; Cannon, 1999; Kirk et al., 2001). Como ocorrem em locais tropicais e não são cultivados em vitro, talvez isso explique a dificuldade de os autores concordarem com as diferentes nomenclaturas. O fungo *C. torrendiella* apresenta ascomas com ostíolo radialmente estriado e ascósporos hialinos, subfusoides a elipsoides, medindo 23,2 μm x 8,5 μm em média, com extremidades agudas.

Sintomas

A doença é caracterizada por pequenos pontos negros, chamados “estromas”, também conhecidos como “verrugas”, os quais ocorrem por todas as áreas dos folíolos, na raque e até mesmo nos frutos do coqueiro. Essas lesões têm a forma de um diamante, estabelecem-se paralelamente às nervuras dos folíolos e têm uma crosta negra. Medem de 5 cm a 7 cm de comprimento. Posteriormente, um halo amarelo circunda essas lesões, que evoluem para necrose (Figura 2). Essas manchas necrosadas coalescem, tornando as folhas senescentes prematuramente.



Foto: Dulce R. N. Warwick

Figura 2. Estromas de lixa-pequena (*Camarotella torrendiella*).

Danos, distúrbios fisiológicos e epidemiologia

Quando o ataque é severo, as folhas secam e caem prematuramente; os cachos ficam totalmente sem suporte e pendem; e os frutos caem, o que prejudica a produção. Os prejuízos provocados por esse fungo são variáveis. Em condições de alta umidade, como na Bahia e no Pará, onde a incidência é bastante alta, pode causar perdas significativas na produtividade (Subileau, 1993).

Dados sobre a importância econômica da lixa-pequena são estimados, tendo em

vista a ocorrência concomitante de outros patógenos em coqueiral safreiro.

Controle

Vários ensaios têm sido realizados para o controle químico da lixa-pequena, utilizando-se fungicidas, com diferentes resultados. Apesar dos resultados positivos da aplicação de fungicidas, a prática dessa técnica em grandes plantios é considerada inviável devido ao porte das plantas (Renard, 1988).

Leal et al. (1994) mostraram que existe uma relação entre níveis de adubação e incidência das lixas somente no primeiro ano do plantio, demonstrando que altas dosagens de K favorecem a doença, enquanto altas dosagens de N reduzem o número de estromas nas folhas. Esse efeito é bastante significativo nos primeiros anos de plantio, sendo que, quando o coqueiro entra em produção, esse efeito parece ser limitado. A presença de N, K, P e Mg pouco influenciou na incidência das lixas nos anos posteriores.

Na avaliação do germoplasma de coqueiro-anão, os resultados mostraram que todos são suscetíveis, embora ocorram diferenças entre as variedades avaliadas (Leal et al., 1996, 1997). Estas diferenças estão relacionadas à menor suscetibilidade das variedades AVG, AVM e AVeBrJ, em relação aos acessos AVC, AAM e AAG (Silva et al., 2017).

No Nordeste, os estromas da lixa são colonizados por diferentes fungos. O *Hansfordia* e o *Acremonium* são hiperparasitas, encontrados frequentemente sobre os estromas, principalmente na época mais chuvosa

(Warwick; Leal, 1994). No Pará, encontra-se o *Septofusidium elegans* sobre os peritécios das lixas. Foi constatada uma diminuição na epidemia de lixa-pequena, que se traduziu pelo aumento de folhas verdes dos coqueiros com 18 meses, de 12 a 15 folhas para 22 a 25 folhas, após a instalação do hiperparasita. Esse controle é atribuído a um incremento natural dos fungos hiperparasitas, já que o clima da região é bastante adequado ao desenvolvimento de fungos (Renard, 1982).

Lixa-grande

Joly (1961) descreveu originalmente a lixa-grande na macaúba (*Acrocomia aculeata*) e no buri-de-praia (*Allagoptera arenaria*); entretanto, atualmente é encontrada parasitando o coqueiro no Nordeste do Brasil e nos estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro (Viana et al., 2005). Outra palmeira hospedeira é a piaçava (*Attalea funifera*) (Warwick; Leal, 2000).

Agente causal

O fungo causador da lixa-grande é o *Coccostromopsis palmicola* (Speg) K. D. Hyde & P. F. Cannon, sin. *Coccostroma palmicola* (Speg.) von Arx & Muller, ascomiceto da ordem Sphaeriales, cujo himênio é aderido à parede do peritécio, é mucoso e apresenta cor branca a cremosa. Ascósporos paralelos, para-fisados, translúcidos, persistentes, cilíndricos a clavados, octospóricos, unitunicados, pedicelados, que medem de 124 µm a 180 µm x 28 µm a 34 µm. Ascósporos unicelulares, de coloração castanho-clara a casta-

nho-escuro na maturidade, dísticos, elipsoides, medindo $17,5\ \mu\text{m}$ a $25\ \mu\text{m}$ x $7,5\ \mu\text{m}$ a $12,5\ \mu\text{m}$, com as extremidades obtusas (Hyde; Cannon, 1999).

Sintomas

Formam-se estromas de cor marrom-escuro, carbonáceos, geralmente agrupados em linha sobre as nervuras, às vezes isolados, ostiolados, medindo de 0,9 mm a 1,5 mm, mas podendo atingir até 2,0 mm de diâmetro, facilmente destacáveis da folha; ostíolo central, plano, não estriado, revestido internamente de perífises; paredes periteciais marrons, rugosas, circulares, isoladas, em linhas ou coalescentes, que surgem principalmente na parte superior dos folíolos, ocorrendo em menor número na face inferior. A raque foliar também é bastante atacada. Os estromas desse fungo soltam-se facilmente; eles são, aliás, mais superficiais que os estromas da lixa-pequena (Figura 3).

Danos, distúrbios fisiológicos e epidemiologia

Os primeiros sintomas da infecção são observados em torno de 100 dias após a inoculação. As lesões crescem lentamente, levando 10 meses para a formação de um losângulo de 8 cm a 9 cm de comprimento. Em Sergipe, durante o mês de junho, que tem alta precipitação pluvial, o fungo apresentou expressiva produção de ascósporos viáveis, com 19,3% a 61,7% de estromas por folíolo, enquanto, em dezembro (precipitação quase nula), a quantidade de esporos viáveis foi de 0 a 6,2% (Warwick; Leal, 1997).



Foto: Dulce R. N. Warwick

Figura 3. Estromas de lixa-grande (*Coccothromopsis palmicola*).

Os dados sobre a importância econômica da lixa-grande são apenas estimados, em virtude da ocorrência simultânea de outros patógenos foliares. Em conjunto com outras doenças foliares do coqueiro, a lixa-grande provoca a morte prematura das folhas inferiores, diminuindo em até 50% a área fotossintética e deixando os cachos mais velhos sem sustentação; provoca, assim, a queda de frutos imaturos.

Controle

Fungos hiperparasitas são também eficientes no controle da lixa-grande, pois esses mesmos fungos colonizam ambas as lixas (Warwick, 2001b). No caso de coqueiro-gigante, a adubação mineral exerce ação sobre a incidência da lixa somente no primeiro ano de plantio. A presença de N e/ou P proporciona uma menor incidência da doença, enquanto o K tem efeito contrário. Na presença desse elemento, a doença torna-se mais severa. No caso de coqueiro-gigante, a adubação teve efeito sobre a incidência da lixa somente no primeiro ano de plantio (Leal et al., 1994).

Avaliando à reação de genótipos à lixa-grande foi observado que os acessos de coqueiro-anão AAM, AAG, AVeBrJ apresentam menor suscetibilidade a esta doença em relação aos acessos AVC, AVM e AVG (Silva et al., 2017).

Queima das folhas

A queima das folhas provoca o ressecamento precoce das folhas basais do coqueiro. Em 1975, foi detectada pela primeira vez no Estado de Sergipe, no Município de Estância, e expandiu-se rapidamente para os municípios vizinhos nos anos seguintes (Souza Filho et al., 1979). Em 1987, a queima das folhas foi encontrada nas plantações industriais dos estados do Pará e da Paraíba, tendo causado muita preocupação para os produtores. Atualmente, a doença encontra-se disseminada em vários estados brasileiros, em geral associada à presença das lixas. A doença é originária do Brasil e ocorre

de forma epidêmica nos seguintes estados: Alagoas, Bahia, Paraíba, Pará, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe. No exterior, é citada apenas na Guiana Francesa (Renard, 1988).

Agente causal

A queima das folhas é causada por *Botryosphaeria cocogena* Subileau, sendo a forma imperfeita do fungo o *Lasiodiplodia* (*Botriodiplodia*) *theobromae* (Pat.) Greiff e Maubl. Em cultura, o fungo apresenta micélio inicialmente branco, passando posteriormente a cinza-escuro e finalmente a negro. Os ascósporos de *Botryosphaeria* são hialinos e fusoides, medindo $21,4 \mu\text{m} \times 5,3 \mu\text{m}$ ($17,3\text{--}24,3$) $\times$ ($4,3\text{--}6,4$) μm . Na sua forma anamórfica de *Lasiodiplodia*, os conídios medem $20,6 \mu\text{m} \times 11,9 \mu\text{m}$ ($16,0\text{--}23,8$) $\times$ ($10,4\text{--}13,4$) μm , são unisseptados e estriados.

Comprovou-se que o fungo causador da queima das folhas é diferente morfológica e geneticamente de outros isolados de *Botriodiplodia*, em avaliações feitas com mais de 50 isolados (Warwick et al., 1994).

Sintomas

A doença manifesta-se por meio do empardecimento, do ressecamento e da morte prematura das folhas do coqueiro. Nos folíolos, os sintomas são caracterizados por manchas com coloração marrom-avermelhada, que se iniciam na extremidade/margem ou no meio dos folíolos e desenvolvem-se em direção à raque (Figuras 4A e 4B). Os sintomas, frequentemente, desen-

Fotos: Dulce R. N. Warwick



Figura 4. Coqueiro-gigante atacado por queima das folhas (A) e queima das folhas em coqueiro-anão (B).

volvem-se a partir da extremidade da folha, provocando, no início, lesões em forma de “V” (Figura 5). As lesões provocadas pelo *Botryosphaeria* têm início, na maioria das vezes, nos estromas da lixa-grande ou da lixa-pequena, e, com menos frequência, nos locais onde ocorre a quebra da raque, provocada principalmente por déficit hídrico (Warwick et al., 1993a).

Foto: Dulce R. N. Warwick



Figura 5. Lesão em “V”, típica da queima das folhas.

Danos, distúrbios fisiológicos e epidemiologia

As lixas parasitam o tecido vegetal sem lhe causar ferimento e provocam uma abertura nos tecidos vegetais para a posterior invasão de *B. cocogena*. A morte prematura das folhas basais faz os cachos ficar pendurados, já que perdem o apoio das folhas, o que ocasiona a queda dos frutos antes de completarem a maturação. A produtividade do coqueiro atacado pela queima das folhas diminui porque a planta fica com um baixo número de folhas; e, assim, sem base de sustentação, muitos frutos imaturos caem (Warwick et al., 1994).

Diferenças na intensidade de danos causados pela queima das folhas foram associadas a fatores ambientais. Neste caso, independente da variedade do coqueiro-anão analisada, incrementos da queima das folhas foram associados aos meses com menores médias mensais de pluviosidade (novembro a março) e aos primeiros meses do período chuvoso (abril e junho) (Silva et al., 2017). Correia e Costa (2005), ao estuda-

rem a epidemiologia do fungo causador da queima das folhas, coletaram esporos de *L. theobromae* diariamente e demonstraram que a liberação de esporos é estimulada quando a pluviosidade atinge valores entre 25 mm e 80 mm de precipitação média mensal.

Controle

O fungicida tebuconazole demonstrou ter eficiência superior à de outros fungicidas em campo, nos testes realizados com a variedade anão-verde-do-brasil (Warwick, 2001a).

Nenhuma das variedades ou dos híbridos testados apresentou resistência genética satisfatória. Entre as variedades de coqueiro-anão avaliadas, o anão-verde-de-jiqui foi o menos infectado, enquanto os anões-vermelhos foram os mais suscetíveis (Warwick; Bezerra, 1990). Em 2006, uma planta de coqueiro-anão-verde tinha um número significativamente maior de folhas do que outras plantas da mesma idade, no mesmo plantio. Sementes desse genótipo vêm sendo multiplicadas para futuros trabalhos de melhoramento vegetal (Warwick, 2006). O híbrido PB 141, cruzamento do coqueiro-anão-verde-da-guiné-equatorial com o coqueiro-gigante-do-oeste-africano, foi, entre os híbridos importados da África, o mais tolerante à queima das folhas (Warwick et al., 1991). Em outro ensaio, comparando-se a reação do germoplasma de coqueiro-gigante, concluiu-se que o coqueiro-gigante-da-polinésia foi superior, com mais folhas funcionais, do que o coqueiro-gigante-do

-brasil e o coqueiro-gigante-do-oeste-africano (Warwick et al., 1993b).

Mancha-foliar

Em coqueirais no Estado do Pará, ocorrem lesões necróticas de formato arredondado a irregular, circundadas por um halo amarelado, com diâmetro de 0,3 cm a 0,5 cm, ao longo das nervuras dos folíolos. Essas lesões começam nas folhas inferiores e evoluem para as folhas mais novas, coalescem e podem provocar a morte da planta jovem. O fungo causador é o *Cylindrocladium pteridis* (Trindade et al., 1998).

Doenças letais

Anel-vermelho

As primeiras epidemias começaram a surgir no início do século passado, em Trinidad, Jamaica, Honduras, Cuba e Porto Rico (Blair, 1970). Mas foi somente em 1919 que foi determinado que o agente causal do anel-vermelho era um nematoide (Griffith, 1987). No Brasil, a doença foi constatada pela primeira vez em 1954, no Estado do Rio de Janeiro (Franco, 1964). O anel-vermelho causa sérios danos à produção de coqueiro em todo o País, atacando ainda várias palmeiras de importância econômica, entre elas a palmeira-de-óleo (*Elaeis oleifera*).

Agente causal

O nematoide causador dessa doença é o *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard, que até recentemente era denomina-

do *Rhadinaphelenchus cocophilus* Cobb (Nemata, Aphelenchida: Aphelenchoides) (Blair, 1970). Originalmente foi descrito por N. A. Cobb em 1916, e reclassificado por Baujard (1989).

O nematoide é encontrado principalmente nos espaços intercelulares da planta. As espécies, machos e fêmeas, do *B. cocophilus* medem menos que 15,5 µm de diâmetro e de 775 µm a 1,369 µm de comprimento. O tamanho do estilete dos adultos é de 11 µm a 15 µm. O corpo da fêmea torna-se estreito em ambas as extremidades, e a cutícula é marcada por finas estrias transversais. Estilete bucal com 12 µm a 14 µm, fino, com nós basais pouco visíveis; é demarcado por um alargamento da porção posterior, e dilatação na base. Bulbo esofágico médio bem desenvolvido, e nervo do anel com cerca de um corpo e meio de largura, atrás do bulbo médio. Poro excretor levemente abaixo do nervo do anel; dista cerca de 94 µm a 95 µm da extremidade da cabeça. Glândulas esofágicas estendendo-se nove vezes a largura do corpo, atrás do bulbo. A porção anterior do intestino é um tubo fino que se une ao esôfago logo atrás do bulbo. Ovócitos não são vistos distintamente. Ramo uterino posterior longo, embora não distinto. Vagina com paredes fortemente cuticularizadas, com ovos alongados e cauda afinando, cujo término é armado com um simples ponto mucronato, reto ou às vezes levemente curvo. O macho tem a cauda curvada para cerca de 180° a 270°, quando relaxada com um leve aquecimento. Três pares de papilas copulatórias ventrossubmediais: o primeiro

par, pré-anal, e dois pares na metade do comprimento da cauda, com espículas ventralmente curvadas, com 10 µm de comprimento (Franco, 1964).

A sobrevivência de *B. cocophilus*, no solo esterilizado ou em água, em condições normais de temperatura, é de aproximadamente 7 dias. No entanto, quando esterilizados superficialmente, os nematoides podem sobreviver até 80 dias em extratos de tecidos do tronco ou ainda com a adição de D-glucose ou lactose (Giblin-Davis et al., 1989a). Podem ainda ser cultivados até 4 semanas em substrato de frutos imaturos de coqueiro e em pedaços da raque (Giblin-Davis et al., 1989b). Em condições de campo, os nematoides podem permanecer ativos no estipe do coqueiro por até 130 dias após o corte da planta.

Sintomas

Geralmente, os sintomas aparecem após o terceiro ano de implantação do coqueiral, quando o tecido do tronco já está formado, ficando as plantas suscetíveis ao ataque do nematoide. A doença é mais frequente em coqueiros de 5 a 15 anos. Externamente, as folhas murcham, tornando-se amarelado-ouro, sintoma que começa na ponta dos folíolos e avança em direção à raque. Essas folhas quebram, permanecendo por alguns dias com apenas um tufo central de quatro ou cinco folhas verdes (Figura 6).

Em alguns casos, os frutos caem, porém as inflorescências permanecem normais. Internamente, o sintoma mais evidente e típico da doença é uma faixa avermelha-

Foto: Dulce R. N. Warwick



Figura 6. Sintomas externos do anel-vermelho, mostrando a morte ascendente das folhas.

da de 2 cm a 4 cm de largura no estipe do coqueiro (Figura 7). Esse sintoma varia de acordo com a idade da planta, a variedade e as condições do plantio (Griffith, 1987). Ocasionalmente, alguns coqueiros apresentam toda a parte central do estipe avermelhada, o que dificulta a diagnose. Dependendo do local onde ocorre a penetração do nematoide, o anel completo pode ser formado. Algumas vezes, aparecem somente faixas longitudinais ou semicirculares avermelhadas no estipe e manchas avermelhadas nas raques foliares.

Os sintomas internos avançam mais rapidamente do que os externos, e a planta acaba morrendo (Warwick et al., 1995).



Foto: Dulce R. N. Warwick

Figura 7. Sintoma interno típico de anel-vermelho.

Danos, distúrbios fisiológicos e epidemiologia

O anel-vermelho causa sérios danos à produção de coqueiro em todo o País, atacando ainda várias palmeiras de importância econômica, entre elas a palma-de-óleo.

O principal agente de transmissão da doença é a broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) (Griffith, 1968). As plantas infectadas pelo anel-vermelho entram em processo de fermentação e putrefação, e exalam odores que atraem os insetos-vetores. Esses penetram na planta, perfurando os tecidos tenros da gema apical e, dessa forma, ficam contaminados, interna e externamente, com o nematoide. As fêmeas do inseto procuram plantas já infectadas para realizar a oviposição. Quando os insetos adultos emergem e saem à procura de plantas saudáveis, carregam nematoides nos corpos, interna e externamente (Hagley, 1963). Estudos realizados em Trinidad demonstraram que mais de 47% de insetos estavam contaminados com *B. coco-philus*, ao emergirem de plantas mortas, acometidas do anel-vermelho (Griffith, 1969). As plantas saudáveis são contaminadas principal-

mente no ato da oviposição das fêmeas, ou ainda pelas fezes que são depositadas nas axilas foliares. Os nematoides contaminam os tecidos da planta por meio de feridas provocadas pelo homem ou pelo próprio inseto, quando, então, recomeça o ciclo da doença e dos vetores. O corte de folhas de palmeiras geralmente exala compostos que atraem a broca (Warwick et al., 1995). Detalhes sobre o inseto são informados no Capítulo 1 da Parte 5.

A transmissão do anel-vermelho também pode ocorrer por contato direto entre a raiz de uma planta contaminada e a de uma planta sadia, por meio de ferramentas de corte no ato da colheita, ou pelo corte de raízes, quando da operação de gradagem (Warwick; Bezerra, 1992).

Plantas hospedeiras

Além de todas as variedades de coqueiro, são também suscetíveis ao nematoide as seguintes espécies: buriti-do-brejo (*Mauritia flexuosa*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), coco-babão (*S. schizophylla*), palma-de-óleo (*Elaeis guineensis*), inajá (*Maximiliana maripa*), macaúba (*Acrocomia aculeata*, *A. intumescens*), palmeira-real (*Roystonea regia*, *R. oleraceae*), piaçava (*Attalea funifera*), tamareira (*Phoenix dactylifera*, *P. canariensis*), ouricuri ou licuri (*Syagrus coronata*), pupunha (*Bactris gasipes*) e *Sabal umbraculiferum* (Menon; Pandalai, 1958).

Controle

As medidas fitossanitárias de controle do anel-vermelho consistem em reduzir a po-

pulação do inseto-vetor e eliminar as plantas infectadas, para, assim, reduzir o inóculo. Como medida preventiva de controle do anel-vermelho, deve-se evitar qualquer corte da planta que libere voláteis atrativos ao *R. palmarum*, desaconselhando-se gradagens profundas e corte de folhas ainda verdes. Por ser uma doença letal, ao confirmar-se o diagnóstico, as plantas doentes devem ser eliminadas imediatamente. Para isso, deve-se fazer a derrubada das plantas com motosserra ou machado. Em geral, essas plantas abrigam larvas de *R. palmarum*, sendo necessário, portanto, destruir a planta eliminada (Moura et al., 1991).

Se uma planta apresentar sintomas externos semelhantes aos daquela doença, antes de eliminá-la, deve-se confirmar o diagnóstico por meio de análise feita em laboratório, evitando-se, assim, eliminar plantas que podem, por exemplo, estar acometidas de deficiência nutricional ou de outro problema fisiológico.

O método de controle mais eficiente é por meio da redução da população do inseto-vetor, utilizando-se iscas atrativas (Oehlschlager et al., 1993). Informações sobre a biologia e o manejo do vetor desse nematoide podem ser vistas no Capítulo 1 da Parte 5.

Podridão-seca

Essa doença é letal ao coqueiro, principalmente em viveiro ou até o segundo ano após o transplante para o campo, embora, mais recentemente, tenha sido registrada também em plantas safreiras. A podridão-seca foi registrada na Costa do Marfim, nas Filipinas, na Indonésia, na Malásia e

no Brasil. A variedade de coqueiro-anão-verde é uma das mais suscetíveis à doença (Renard et al., 1975).

Agente causal

Doença de etiologia ainda indefinida; contudo, resultados de pesquisa têm associado os sintomas à presença de fragmentos de DNA de 1,2 kb similar a um grupo de fitoplasmas (Montano et al., 2002).

Sintomas

A podridão-seca provoca o secamento da flecha (folha central) e às vezes das folhas mais jovens (Figura 8). Os primeiros sintomas começam com a formação de pequenas manchas brancas, isoladas ou contíguas, que formam estrias na superfície da folha. Desde o aparecimento dos primeiros sintomas, o crescimento da flecha fica paralisado, servindo como alerta ao produtor. Posteriormente, essas manchas tornam-se marrons, e a folha seca.

Com o avanço da doença na planta, outras folhas secam, porém as raízes permanecem saudas. Um diagnóstico mais preciso pode

ser alcançado se for feito um corte longitudinal no coleto da planta, onde poderão ser observadas lesões internas, marrons, com aparência de cortiça, sendo esse um sintoma peculiar da doença (Figura 9).



Foto: Dulce R. N. Warwick

Figura 9. Planta com sintomas internos de podridão-seca.

Danos, distúrbios fisiológicos e epidemiologia

Na Costa do Marfim, quando medidas de controle não foram efetivamente executadas, ocorreram até 50% de perdas em coqueiro-híbrido e 30% em coqueiro-anão. No entanto, não há relatos da incidência da doença no coqueiro-gigante. Depois do aparecimento do primeiro sintoma externo na folha flecha, a planta sucumbe em poucos meses, uma vez que, no coqueiro, existe somente um ponto de crescimento, sendo justamente a região mais afetada pelo ataque do patógeno. Porém, quando os sintomas iniciam em outras folhas, é possível deter o avanço do patógeno, por meio do corte das folhas afetadas e da aplicação do antibiótico tetraciclina, injetado no estipe (Warwick, 1998).

Foto: Dulce R. N. Warwick



Figura 8. Planta com podridão-seca.

A ocorrência da doença é um problema que restringe o cultivo do coqueiro-anão irrigado nas regiões semiáridas do Nordeste e do Brasil Central (Renard, 1989a).

A doença é transmitida por homópteros da família Delphacidae, *Sogatella cubana* e *S. kolophon*, que vivem em diversas espécies de gramíneas (Julia; Mariau, 1982).

Controle

É indispensável que o plantio seja regularmente monitorado, para que sejam detectadas as primeiras plantas com sintomas da doença. Previnem-se, dessa maneira, perdas econômicas significativas e/ou a adoção de medidas de controle que exigem a utilização maciça de defensivos agrícolas (Warwick, 1998). Como medidas preventivas, recomenda-se eliminar as gramíneas na área do viveiro, que são hospedeiras dos insetos-vetores. Renard (1982) recomenda que, em plantios definitivos, seja utilizado o consórcio com leguminosas, pois essa prática promove um ambiente inadequado aos insetos-vetores e ainda traz benefícios ao solo, melhorando suas qualidades físico-químicas.

Recomenda-se também eliminar todas as plantas que apresentarem sintomas da doença, depois de confirmada por análise de laboratório, e realizar tratamento preventivo contra o inseto-vetor.

Murcha de fitomonas

A murcha de fitomonas é provocada por um protozoário flagelado do floema

(Slobbe et al., 1978). No Suriname, onde é conhecida como *hartrot*, vem dificultando o desenvolvimento da cultura do coqueiro, apesar das condições climáticas bastante favoráveis ao cultivo (Dollet et al., 1979). Em Cuba, na Venezuela, no Peru, no Equador e na Colômbia, é conhecida como *marchitez sorpressiva*. Sua ocorrência também foi registrada na Costa Rica e na Guiana Francesa (Chase; Broschat, 1991).

No Brasil, essa doença foi primeiramente descrita na Bahia, em 1982 (Bezerra; Figueiredo, 1982). Também foram detectados focos da doença em Alagoas, no Sergipe, na Paraíba e em Mato Grosso (Souza, 2005). Na Região Amazônica, foi a principal causa da morte de coqueiros em plantios industriais (Renard, 1982, 1988). No ano de 1987, foram registradas perdas de 26,5% a 34% em coqueirais pernambucanos (Mariano et al., 1990).

Agente causal

A doença é causada pelo protozoário *Phytomonas staheli* McGhee e McGhee, da família Trypanosoma-tidae. São agentes fusoides e filiformes, que medem 25,0 µm a 30,7 µm x 2,3 µm, afilados posteriormente, terminando em um flagelo de 7 µm de comprimento, de aspecto retorcido, com mobilidade constante (Dollet, 1984).

Sintomas

O primeiro sintoma perceptível da doença é a queda parcial ou total de frutos imaturos, principalmente dos cachos referentes às folhas 12, 13 e 14, e ainda a queda das

flores da inflorescência relativas à folha 11. Os frutos já maduros caem mais tarde ou permanecem na planta. Ocorre ainda o empardecimento e o ressecamento das espiguetas na inflorescência da folha 10 e a queda precoce das flores masculinas. A inflorescência ainda não aberta apresenta as estruturas vegetais internas com coloração cinza-amarronzado.

Nas folhas basais, os folíolos terminais tornam-se, inicialmente, de cor amarelo-pálida, e passam rapidamente a um empardecimento, que evolui da extremidade para a base da folha. Os sintomas evoluem das folhas mais baixas para as mais altas, sendo que essa coloração varia de acordo com o tipo de coqueiro. O empardecimento generalizado e rápido (de 4 a 6 semanas) da folhagem é seguido pela quebra da raque foliar e pelo apodrecimento do meristema central; porém, o estipe do coqueiro não entra em decomposição logo após a morte da planta (Figura 10). As pontas das raízes apresentam-se azuladas, e as raízes terciárias e quaternárias apodrecem rapidamente.

Os sintomas externos da folhagem podem ser confundidos com os de outras doenças, como o amarelecimento-letal e o anel-vermelho, sendo, por isso, imperativo visualizar os protozoários flagelados no floema, principalmente em regiões onde a doença é pouco conhecida (Renard, 1989b).

Danos, distúrbios fisiológicos e epidemiologia

Na Ilha de Trinidad, a doença é conhecida como *cedros wilt*, denominação que se

deve à destruição de 15 mil coqueiros, em apenas 3 anos, na região de cedros.

Os percevejos do gênero *Lincus* da família Pentatomidae são vetores do protozoário, porém muitas vezes é difícil encontrá-los em plantas atacadas. Dependendo do país ou da região, já foram reconhecidas as seguintes espécies: *L. croupius*, *L. apollo*, *L. dentiger*, *L. lobulliger*, *L. vandoesburgi*, *L. lamelliger* e *L. spathuliger* (Dollet, 2005). Esses percevejos são encontrados nas axilas foliares ou na base da copa. No Nordeste do Brasil, ocorre a espécie *L. lobulliger* (Figura 11), enquanto, na Região Amazônica, acredita-se que o vetor seja do gênero *Ochlerus* (Renard, 1989b).

É importante também salientar que, em geral, os ataques do patógeno ocorrem em plantas já em produção. O período infeccioso é de 4 a 8 meses e, de uma maneira geral, a murcha aparece em árvores de 4 a 5 anos, em casos isolados. Depois de algum tempo, dependendo da variedade, a doença dissemina-se muito rápido e pode levar à eliminação quase total do plantio. Em geral, os primeiros casos são detectados na bordadura do plantio. A doença dissemina-se rapidamente, ocasionando a morte de muitas plantas.

Controle

O controle dessa doença deve ser iniciado com a erradicação e a queima das plantas afetadas. A área do coroamento deve ser mantida limpa, principalmente em locais mais úmidos, pois, embora as plantas daninhas não sejam suscetíveis ao fitomonas, podem servir de abrigo ao inseto-vetor (Warwick, 2000).

Foto: Dulce R. N. Warwick



Figura 10. Coqueiro com sintomas de murcha de fitomonas.

Foto: José Inácio Lacerda Moura



Figura 11. Adulto de *Lincus lobulliger*, transmissor da murcha de fitomonas.

Em plantios comerciais, observa-se que os focos da murcha desenvolvem-se em locais onde a manutenção é deficiente, por exemplo, em que o solo ao redor do tronco das plantas foi invadido por espécies lenhosas. Também é comum a ocorrência de focos da

doença em locais próximos a cursos de água e em áreas de difícil acesso.

Quando as plantas híbridas estão em início de produção e sua folhagem ainda toca o solo, em virtude da própria arquitetura da planta, os vetores têm fácil acesso. Cortando-se as extremidades das folhas, impede-se, em boa parte, o acesso dos percevejos, do solo e das leiras, ao coqueiro (Renard, 1989b).

O combate sistemático ao inseto-vetor é outra medida recomendada, em geral com a utilização de inseticidas permitidos para uso na cultura. O tratamento deve ser feito ao redor das plantas mortas, na cobertura vegetal e ao longo dos talhões localizados nas margens dos rios. É preciso lembrar, porém, que esse combate químico só deve

ser feito depois do aparecimento dos primeiros casos de doença no plantio (Moura; Rezende, 1985).

Em regiões muito úmidas, a inspeção fitossanitária dos locais próximos da mata deve ser feita com maior rigor. Esse método de controle pode ficar restrito aos focos da doença, evitando-se, assim, a pulverização generalizada do coqueiral. O combate à murcha de fitomonas requer dois tipos de intervenção sistemática: o controle da população dos percevejos com inseticida e a retirada da vegetação rasteira que serve como local para a multiplicação do vetor. Somente um manejo adequado permitirá uma exploração racional da cultura nas regiões onde a doença é epidêmica (Warwick; Moura, 1999).

Em testes feitos na Guiana Francesa, todas as variedades mostraram-se igualmente sensíveis ao ataque da doença (Dollet, 1984).

Podridão do olho ou Podridão de *Phytophthora*

As doenças causadas por espécies de *Phytophthora* podem provocar morte de mudas, podridão de raízes e folhagem, murcha, manchas foliares, queda de frutos e ainda a podridão do meristema, em diferentes espécies da família Palmae. Em coqueiro, ocorrem duas doenças bastante destrutivas: uma causa a queda de frutos, enquanto a outra, a morte do meristema central. A ocorrência das duas é generalizada, principalmente em regiões muito chuvosas. Houve relatos de epidemias na

Indonésia, na Costa do Marfim e principalmente nas Filipinas (Joseph; Radha, 1975). Os casos no Brasil são raros (Warwick, 2000).

Agente causal

Várias espécies de *Phytophthora* causam podridão do meristema central e queda de frutos. *Phytophthora palmivora* E. J. Butler (sin. *P. faberi* Maublanc e *P. theobromae*) é a mais comum e também a mais importante. *Phytophthora hevea* causa podridão do olho e queda de frutos na Costa do Marfim. *P. palmivora* e *P. katsurae* Ko & Chang ocorrem na Jamaica. Nas Filipinas, a espécie encontrada foi identificada como *P. arecae* (Coleman) Pethybridge (Ploetz et al., 1994).

Sintomas

Os sintomas típicos do ataque de *Phytophthora* começam na forma de descoloração verde-clara na folha flecha e nas outras folhas jovens, que evoluem para a murcha e a curvatura das folhas centrais. Internamente, ocorre a podridão na base da folha flecha e, conseqüentemente, essas folhas podem ser destacadas facilmente. A base das folhas mostra lesões necróticas marrons, enquanto as bases internas dessas mesmas folhas podem estar cobertas por um micélio branco. Os tecidos atacados têm uma aparência oleosa, cuja coloração varia de amarela a marrom-clara. Abaixo da parte apodrecida, aparecem áreas de tecido de cor rosada a arroxeada, com margens marrom-escuras. O rápido desenvolvimento da doença resulta na morte da parte central, enquanto algumas folhas mais baixas

permanecem verdes por um período de 6 a 12 meses. Quando a evolução da doença é lenta, ocorre um progressivo amarelamento e escurecimento e, por fim, o colapso de toda a folhagem, permanecendo somente o estipe.

A queda e a podridão de frutos imaturos também são atribuídas ao ataque de *Phytophthora* (Quillec; Renard, 1984). Os frutos infectados apresentam lesões marrons e irregulares, que podem ser angulares e alongadas, ou, então, podem formar áreas pontilhadas, circulares, ao redor de áreas de tecidos verdes. As margens das lesões são frequentemente irregulares e encharcadas. Internamente, o endosperma de frutos jovens fica escurecido e irregularmente necrótico. Os frutos mais velhos apresentam lesões marrons nos tecidos do mesocarpo, enquanto o endosperma apresenta-se ligeiramente apodrecido e com coloração marrom-clara. O ataque secundário do fungo *Thielaviopsis paradoxa* causa o enegrecimento de tecido fibroso do fruto (Menon; Pandalai, 1958).

Danos, distúrbios fisiológicos e epidemiologia

Nas Filipinas, as perdas econômicas decorrentes da morte de plantas foram significativas, sobretudo nos híbridos oriundos de cruzamento com o anão-vermelho e o anão-amarelo (Quillec; Renard, 1984).

No Brasil, ocorrem esporadicamente, principalmente em épocas com precipitação elevada. A incidência da doença é mais se-

vera a partir de 2 meses até 6 meses depois do período de chuvas.

O ciclo da doença é pouco conhecido, sendo que as fontes de inóculo podem ser frutos caídos, tecido foliar ou mesmo raízes infectadas. A infecção primária provavelmente ocorre nos pecíolos das folhas jovens, porém sem causar sintomas externos. O patógeno desenvolve-se lentamente, e somente 3 a 5 meses após a infecção é que se pode constatar se houve a penetração no estipe. O local de penetração é a zona de inserção do pecíolo ou do pedúnculo floral e depende da possibilidade de o processo infeccioso alcançar o tecido interno do estipe. Dois tipos de desenvolvimento podem ser observados:

- Se a penetração ocorrer tardiamente, alcançando somente os tecidos lenhosos, a podridão ficará estacionária e, consequentemente, a planta não será destruída.
- Se a podridão desenvolver-se em direção ao meristema, a infecção será generalizada. Os sintomas externos de curvatura das folhas centrais só ocorrem após a completa destruição do meristema central.

O fungo *Phytophthora* requer condições bastante úmidas para a instalação do processo infeccioso; portanto, em áreas com intensa precipitação, a doença é sempre mais severa (Ohler, 1964).

Controle

O controle é feito por meio de medidas profiláticas. Plantas atacadas com a podridão do olho devem ser removidas do plantio; mas

cuidar para não cortá-las em demasia durante o arranque, pois cada pedaço de planta deixada no plantio representa uma fonte de inóculo para as plantas sadias. As medidas preventivas dessa doença devem ser sempre enfatizadas. Da mesma forma como se dá com outras doenças provocadas por fungos, a umidade tem um papel relevante no desenvolvimento do patógeno. Nesse sentido, todas as medidas para facilitar uma rápida drenagem do coqueiral devem ser incrementadas. A umidade favorece o desenvolvimento de *Phytophthora* em todos os estágios de seu ciclo. E medidas curativas, como a retirada da parte da planta afetada e a aplicação de produtos químicos, segundo Guest (1991), não são eficientes.

Resinose

A resinose do coqueiro, conhecida em países de língua inglesa como *stem bleeding* (sangramento do caule), foi descrita pela primeira vez no Sri Lanka, em 1906. A doença vem sendo registrada em diversos países: Índia, Filipinas, Malásia, Trinidad e Tobago, Indonésia, Havaí, Venezuela e Estados Unidos (Kartika et al., 1984; Parra et al., 2003; Elliott et al., 2004; Nelson, 2005). No Brasil, essa doença manifestou-se em 2004, nos coqueirais do Município de Neópolis, no Estado de Sergipe (Warwick; Passos, 2009). Desde então, a doença tem se disseminado, aumentando a cada ano o número de coqueiros infectados.

Agente causal

O agente etiológico da resinose do coqueiro é o fungo *Ceratocystis paradoxa* (Dade)

C. Moreau que, em sua fase anamórfica, é denominado *Thielaviopsis paradoxa* (De Seyn) Höhl ou *Chalara paradoxa* (De Seyn.) Sacc. *T. paradoxa* produz conidióforos em ramificações laterais curtas, com dois tipos de conídio: os endoconídios fialídicos e os aleuriósporos. Os endoconídios são cilíndricos, unicelulares e hialinos; os aleuriósporos, também chamados de clamidósporos, apresentam parede escura, são produzidos em cadeias nas pontas dos conidióforos, são maiores que os endoconídios, além de serem abundantes, barriliformes e unicelulares (Luz, 2011). *Thielaviopsis paradoxa* também já foi detectado em inflorescências, em cachos (Alves; Lourd, 1985; Franco; Franco Filho, 1986) e em frutos, associado a sua queda prematura, comprometendo a produção (Oliveira et al., 2011). É um fungo cosmopolita e habitante do solo. Outras palmeiras, como *Areca*, *Caryota*, *Elaeis*, *Phoenix*, *Rhaphis*, *Roystonea* e *Washingtonia*, também são suscetíveis a *T. paradoxa* (Chase; Broschat, 1991). Outras espécies de plantas podem ser hospedeiras de *T. paradoxa*, tais como cana-de-açúcar, abacaxizeiro e bananeira (Luz, 2011).

Sintomas

O principal sintoma da resinose é a exsudação da seiva através das rachaduras no estipe (Figura 12). Essas lesões ocorrem na base da planta, na altura de 30 cm a 50 cm, e progridem de forma ascendente; posteriormente, coalescem, formando extensas manchas no estipe. Em alguns casos, também é possível observar o início dos sintomas em outros locais do estipe. O exsudato



Foto: José Inácio Lacerda Moura

Figura 12. Sintoma externo de resinose.

forma incrustações marrom-avermelhadas que, com o passar do tempo, ficam escurecidas (Figura 13). Como sintoma reflexo, as plantas apresentam redução na frequência de emissão e no tamanho das folhas, que adquirem coloração amarelada a pardacenta e tornam-se frágeis, sujeitas a quebra.

Foto: Dulce R. Nunes Warwick



Figura 13. Lesões mais antigas da resinose do coqueiro.

Danos, distúrbios fisiológicos e epidemiologia

Por meio da dissecação do tecido vegetal do estipe de plantas infectadas por *T. paradoxa*, é possível verificar, na região interna, a presença de extensas manchas, cuja coloração, amarelo-esverdeada, nas lesões mais recentes passa depois a marrom, com a presença de tecidos desintegrados e fibrosos. As raízes também apresentam lesões necróticas, o que prejudica a translocação de água e nutrientes; em casos severos, pode culminar com a morte da planta.

T. paradoxa sobrevive nos restos de cultura em decomposição e, por longos períodos, no solo, na forma de clamidósporos. Pode causar infecção através de ferimentos e das fissuras naturais de crescimento do estipe e das raízes (Nelson, 2005). A transmissão entre plantas pode ocorrer pelas raízes, tendo em vista que as raízes do coqueiro se entrelaçam no campo e é frequente a presença do fungo em raízes terciárias da planta (Warwick; Passos, 2009), justificando, assim, o arranjo agregado de plantas doentes em determinado local.

A disseminação a longas distâncias deve ocorrer por intermédio de insetos. Foi detectada a presença de *T. paradoxa* na broca-do-olho-do-coqueiro (*Rhynchophorus palmarum*), tanto interna (Parra et al., 2003) quanto externamente (Melo et al., 2010), e no falso-moleque-da-bananeira (*Metamasius hemipterus*) (Warwick et al., 2009). O coleóptero *R. palmarum* é vetor do nematoide causador do anel-vermelho (*B. cocophilus*) (Gerber; Giblin-Davis, 1990) e

possivelmente da resinose. A análise desses coleópteros capturados em área com alta incidência da resinose permitiu verificar que 60% deles continham propágulos de *T. paradoxa* no rostro e nas antenas, nas asas, nas pernas dianteiras, médias e traseiras e no ovipositor (Melo et al., 2010). Em outro estudo, isolamentos realizados da parte externa e do tubo digestivo dos insetos resultaram em crescimento micelial de *T. paradoxa* em 96% e 77% das amostras, respectivamente. Comprovou-se a patogenicidade desses isolados em plantas de coqueiro e a perda da viabilidade do patógeno dentro do inseto, após 7 dias, na ausência de nova fonte de infecção (Carvalho et al., 2011).

No trabalho de Warwick et al. (2009), *T. paradoxa* também foi isolado do inseto *M. hemipterus* e do *Homalinotus depressus*. Respingos de água no estipe da planta, solo com a presença de *T. paradoxa*, restos culturais contaminados e ferramentas utilizadas na colheita ou na erradicação das plantas doentes também são importantes disseminadores do patógeno. A resinose é uma doença que tem maior incidência e severidade em locais quentes e úmidos (Ferreira, 2007).

Em estudos conduzidos em Sergipe, foi possível verificar maior progresso da doença com o aumento da precipitação. A incidência da doença ao longo do tempo apresentou ajuste ao modelo linear (Cruz et al., 2014). Com relação ao arranjo de plantas doentes no espaço, os estudos indicam o comportamento agregado da doença, tanto em plantios localizados em

Sergipe (Carvalho et al., 2011; Cruz et al., 2014) quanto em Moju, no Estado do Pará (Carvalho et al., 2012).

Controle

Não existem, até o momento, princípios ativos de fungicidas registrados para o controle da resinose do coqueiro. Resultados experimentais de testes in vitro permitiram verificar que os fungicidas tiabendazole, tebuconazole, tiofanato metílico, difeconazole e fluazinam apresentaram potencial para o controle de *T. paradoxa* (Tremacoldi; Lins, 2011). Em outro estudo, os fungicidas azoxystrobin, tiofanato metílico, difenoconazol e tiabendazol foram testados in vitro contra *T. paradoxa*, nas concentrações 0,1 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 1,0 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 5,0 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 10,0 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 50,0 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 100,0 $\mu\text{g mL}^{-1}$ e 1.000,0 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de ingrediente ativo. Com base nos resultados dos valores de CE_{50} (concentração efetiva inibitória de 50% do crescimento micelial), os fungicidas tiofanato metílico, difenoconazol e tiabendazol foram altamente eficientes para inibir o crescimento do fungo em todas as concentrações testadas. O azoxystrobin foi eficiente somente com altas concentrações (Oliveira et al., 2012). Estudos empregando a raspagem da área do estipe com sintomas da resinose, seguida de pulverização com fungicidas e cobertura da área com piche ou alcatrão vegetal, comprovaram o controle da doença, mantendo-se, assim, por longos períodos, a produção da planta (Ferreira, 2007).

A aplicação de um produto selante, no caso o piche, serve para minimizar a atração dos

insetos pelos tecidos fermentados do coqueiro, expostos pela raspagem das lesões. Em casos menos graves, o uso de medidas de controle é preferível, visto que a planta continua produtiva. Fontes et al. (2009) verificaram que a dose de 21,6 g do herbicida MSMA por planta foi eficiente na erradicação de coqueiros expostos severamente à doença.

A utilização de produtos à base de cobre é uma boa alternativa para controlar a doença, graças ao seu baixo custo e também à sua baixa toxicidade. Soma-se a isso a preocupação da sociedade com o impacto da agricultura sobre o ambiente e a contaminação da cadeia alimentar por produtos fitossanitários. Warwick et al. (2012) testaram produtos à base de cobre, e resultados positivos destacaram o uso da pasta bordalesa para manejo da resinose, tendo obtido um controle preventivo de mais de 90%.

A incidência da resinose foi avaliada em 14 cultivares com 10 anos de cultivo (seis acessos de coqueiro-anão e oito de híbridos). Verificou-se que todos os acessos de coqueiro-anão foram infectados e, dos oito híbridos, apenas dois – os provenientes do cruzamento do coqueiro-anão-vermelho-de-gramame e do coqueiro-anão-amarelo-de-gramame com o coqueiro-gigante-da-polinésia – não foram infectados pela doença, nas condições avaliadas (Ferreira, 2007; Ferreira et al., 2009). Com relação à nutrição, Nambiar et al. (1986) verificaram o aumento da incidência da resinose quando existia deficiência de cloro e fósforo, bem como excesso de nitrogênio e sódio. Certos fatores, como estresse ambiental e danos

mecânicos, também favorecem a ocorrência da doença.

Sánchez et al. (2007), estudando o controle biológico, verificaram que nove isolados de *Trichoderma longibrachiatum* inibiram completamente o crescimento micelial de *T. paradoxa* em meio de cultura, por meio do micoparasitismo e da liberação de metabólitos tóxicos ao patógeno. Em testes de pareamento de culturas em placas de Petri para verificar a ação antagônica de isolados de *Trichoderma* spp. sobre *T. paradoxa*, verificou-se que, de dez isolados testados, sete apresentaram alta eficiência in vitro para o controle de *T. paradoxa* (Santos et al., 2012).

Porroca

Porroca é uma doença letal ao coqueiro. É encontrada na América Central e na América do Sul, principalmente no Panamá e na Colômbia, locais onde causou perdas de milhares de coqueiros ao longo das últimas décadas (Esquivel, 1999; Gilbert; Parker, 2008). Tendo se instalado nos anos 1980, espalhou-se rapidamente para o oeste, ao longo do Istmo do Panamá. Essa doença é uma ameaça potencial para a produção de coco em toda a América tropical e subtropical.

O termo “porroca” deriva, provavelmente, de uma palavra indígena colombiana, que significa “folha pequena”. É também conhecida como necrose-apical do coqueiro (Esquivel, 1999), mas o nome porroca é o mais difundido.

Agente causal

Um fitoplasma do grupo Stolbur (16SrXII) foi detectado em tecido meristemático

de plantas com sintomas da porroca (N. Harrison, G. Gilbert, dados não publicados). Outras pesquisas realizadas nos países de ocorrência ainda não foram capazes de demonstrar qual é o agente causal da doença (Gilbert; Parker, 2008).

Sintomas

A doença é caracterizada por encurtamento extremo das folhas novas (Figura 14). No decurso de 2 a 3 anos, a palmeira fica com apenas um tufo de folhas muito pequenas; em seguida, a planta morre. As folhas afetadas são curtas, com folíolos rígidos, de cor verde, característica delas, mas geralmente com alguma necrose, que lhes dá um aspecto de ponta queimada. O início dos sintomas é abrupto, com uma transição brusca em produzir folhas novas doentes, que têm menos da metade do comprimento de uma folha normal. O número de folíolos por folha não difere entre as folhas saudáveis e as folhas sintomáticas, mas a densidade aumenta (Muñoz, 1994). Segundo esse autor, o meristema apical das palmeiras, incluindo plantas sintomáticas,

permanece branco, intacto e sem qualquer sinal de necrose, podridão ou dano.

O diâmetro do estipe de plantas sintomáticas diminui drasticamente no crescimento apical. Essa redução é brusca e rápida, ocorrendo em poucas dezenas de centímetros. O afinamento no estipe pode ser ocasionado por muitos fatores e é frequentemente observado em palmeiras com deficiência de nitrogênio. Os coqueiros sintomáticos podem continuar a frutificar, mas os frutos são pequenos e deformados. Uma palmeira em estágio avançado da doença deixa de produzir. Não há evidência de que a porroca possa ser transmitida por meio de sementes (Esquivel, 1997).

O fenômeno de recuperação de folhas, após meses de produção de folhas ananizadas, típicas da porroca, é intrigante. Recuperação dos sintomas, em doenças, é geralmente associada com vírus, viroide ou infecções por fitoplasma.

Danos, distúrbios fisiológicos e epidemiologia

A literatura sobre essa doença é bastante limitada e não está amplamente disponível. O primeiro relato foi feito por Ferrand, em 1960, em um relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) sobre a produção de coco na Colômbia (Esquivel, 1997). Ferrand observou que a porroca era a causa da morte de milhares de coqueiros que, anualmente, ocorria no Noroeste da Colômbia, na costa do Caribe, entre Monteria e Barranquilla, com especial intensidade na

Foto: Dulce R. N. Warwick



Figura 14. Planta de coqueiro-anão-vermelho com sintoma de porroca.

região próxima a Cartagena. De acordo com esse autor, a doença era limitada a áreas de cultivo de coco com longos períodos de seca. Mais de 30 anos depois, pesquisadores do Ministério da Agricultura do Panamá (Mida) relataram que a doença porroca havia aparecido pela primeira vez no país em 1976, próximo à fronteira com a Colômbia, perto da cidade de Puerto Obaldia (Muñoz, 1994). A doença espalhou-se rapidamente pelo Panamá, entre 1998 a 2006. Em 2000, os sintomas da porroca já haviam se espalhado para o Oeste, ao longo da Comarca de Kuna Yala e nas 53 ilhas do Arquipélago de San Blas. Ademais, a incidência da porroca intensificou-se na Província de Colon, ao longo da Estrada da Transistímica, e para o Ocidente, ao longo da Rodovia Pan-Americana. A doença move-se 40 km por ano, podendo significar uma nova ameaça para a produção de coco na região do Caribe. No Leste da Colômbia, aumenta a incidência de coqueiros com sintomas de porroca. Foram identificados focos dessa anomalia na Guiana Francesa e no Nordeste do Equador no início dos anos 1990 (comunicação pessoal)¹.

Não foram registradas na literatura outras palmeiras afetadas por porroca; no entanto, foram detectadas palmas de óleo com sintomas muito semelhantes em regiões do Panamá onde a porroca é endêmica (observação pessoal)¹.

¹ Comunicação feita pelo pesquisador Bernard Perthuis, do Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad), para a engenheira-agrônoma Dulce Regina Nunes Warwick, em 23/1/2012. Observação in loco da engenheira-agrônoma Dulce Regina Nunes Warwick, em 23/1/2012.

Os impactos locais da porroca podem ser muito graves. Em uma plantação na Província de Colón, a produção de coco foi reduzida de 12 mil para menos de 2 mil frutos, em um prazo de 5 anos, a partir da primeira aparição de plantas com sintomas (Ramirez Naranjo, 1991).

Nenhum patógeno (fungos, bactérias, nematoides) foi encontrado nas plantas afetadas; portanto, na ausência desses agentes, vários autores sugeriram que vírus, nutrientes, condições de umidade ou mesmo ataque de insetos devem ser investigados (Esquivel, 1999).

Atrofia-letal da coroa do coqueiro

Ferraz et al. (2012) registraram, no Estado de Pernambuco, uma anomalia com características distintas daquelas descritas na literatura, afetando coqueiros no Brasil, mas com sintomatologia muito similar à da porroca. Por causa dos sintomas apresentados nas plantas, esses autores sugeriram a denominação de atrofia letal da coroa do coqueiro (ALCC). Os primeiros sintomas surgem nas folhas mais jovens. Inicialmente, as extremidades dos folíolos ficam amareladas, e esses se tornam necrosados e retorcidos. O comprimento dos folíolos é reduzido, da extremidade para a nervura central da folha. Essa, por sua vez, muda o formato, passando a assemelhar-se a uma seta. Os sintomas culminam com o atrofiamento da coroa. Posteriormente, com a queda do remanescente da copa, a planta morre. Essa sintomatologia é observada em todas as

variedades de coqueiro da região, como coqueiro-anão (verde, amarelo e vermelho), coqueiro-gigante e híbridos, em quintais residenciais, nas zonas rurais ou urbanas, e até em grandes plantações comerciais. Nos últimos anos, foram detectados focos dessa anomalia nos estados de Pernambuco, da Paraíba e do Pará, em plantas jovens e em produção (comunicação pessoal)². A causa dessa doença ainda não foi determinada.

Amarelecimento-letal

O amarelecimento-letal (AL) do coqueiro não está registrado no Brasil, mas, em virtude de sua importância quarentenária, da sua ocorrência em países da América Central e do rápido deslocamento da doença entre esses países, a doença foi incluída neste capítulo. Essa doença, pela sua capacidade de destruição, é considerada o principal problema fitossanitário no coqueiro, no mundo (Warwick; Leal, 1999). Atualmente, o amarelecimento-letal é classificado como praga quarentenária ausente pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

Dependendo do local de ocorrência, recebe uma denominação própria, sendo conhecida como:

- *Lethal yellowing* (inglês)
- *Jaunisse létal des palmiers* (francês)

- *MLO del amarillos letal de las palmeras* (espanhol)
- *Awka disease* (inglês na Nigéria)
- *Bronze leaf wilt* (inglês na Jamaica)
- *Cape St. Paul wilt* (inglês em Gana)
- *Kaincope disease* (inglês em Togo)
- *Kribi disease* (inglês na República dos Camarões)
- *Pudrición del cogollo* (espanhol em Cuba)
- *Pourriture du bourgeon terminal* (francês no Haiti)
- *Unknown disease* (inglês nas Bahamas)

Atualmente, está distribuída nos seguintes países: Belize, Cuba, Estados Unidos, Gana, Haiti, Honduras, Ilhas Caimã, Jamaica, México, Moçambique, Nigéria, República Dominicana, República dos Camarões e Tanzânia.

Principais palmeiras hospedeiras

As principais palmeiras hospedeiras são o coqueiro (*Cocos nucifera*), a tamareira (*Phoenix dactylifera*) e palmeiras ornamentais, tais como: *Aiphanes lindeniana*, *Allagoptera arenaria*, *Arenga engleri*, *Borassus flabellifer*, *Caryota mitis*, *Chrysalidocarpus cabadae*, *Corypha elata*, *Corypha taliera*, *Dictyosperma album*, *Gaussia attenuata*, *Howea belmoreana*, *Hyophorbe verschaffeltii*, *Latania* spp., *Livistona chinensis*, *Livistona rotundifolia*, *Nannorrhops ritchiana*, *Neodypsis decaryi*, *Phoenix canariensis*, *Phoenix reclinata*,

² Comunicação feita pela engenheira-agrônoma Joana Maria Santos Ferreira, da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE, à engenheira-agrônoma Dulce Regina Nunes Warwick, em 23/1/2012.

Phoenix sylvestris, *Pritchardia affinis*, *Pritchardia pacifica*, *Pritchardia remota*, *Ravenia hildebrandtii*, *Syagrus schizophylla*, *Trachycarpus fortunei*, *Veitchia arecina*, *Veitchia merrillii* e *Veitchia montgomeryana* (Howard; Barrant, 1989).

Agente causal

O agente causal é conhecido como *Phytoplasma palmae*, bactéria da classe Mollicute, ordem Acholelasmatiales.

Sintomas

No coqueiro, em geral, os sintomas da doença ocorrem cerca de 114 a 405 dias após a infecção. Inicialmente, ocorre uma queda prematura da maioria dos frutos dos cachos mais jovens. O fruto caído tem a extremidade peduncular encharcada, de coloração marrom e preta. Depois da perda dos frutos, as folhas mais velhas apresentam coloração amarelo-ouro, que se estende rapidamente para as folhas mais jovens, atingindo toda a copa da planta. Esse amarelecimento pode se manifestar somente na folha flecha. A folhagem amarelada permanece túrgida por algum tempo; eventualmente torna-se marrom, seca e fica pendurada, formando uma saia em torno do estipe. Os sintomas são muito semelhantes aos da murcha de fitomonas; a principal diferença está no fato de que, no amarelecimento-letal, a queda de frutos é brusca e generalizada, enquanto, no caso da murcha de fitomonas, a queda é gradual. Simultaneamente ao desenvolvimento dos sintomas da parte aérea da planta, acontece uma extensiva necrose do sistema radicular. Internamente, ocorre

uma podridão do meristema central, causada principalmente pela invasão de microrganismos secundários. Plantas infectadas morrem 3 a 5 meses após o início dos primeiros sintomas. Depois do colapso da copa da planta, os estipes permanecem sem folhagem, fenômeno que é conhecido na língua inglesa por *telephone poles* (poste de telefone).

Métodos de identificação

O patógeno é encontrado nos tubos crivados de tecidos jovens, em fase de desenvolvimento ou de armazenamento. Esses organismos são mais numerosos nas bases das folhas que ainda não emergiram, em torno do meristema apical. No entanto, como todo fitoplasma, esse organismo ainda não foi cultivado in vitro. As evidências baseiam-se na constatação de partículas ovoides, alongadas e filamentosas nos tecidos das plantas doentes, quando examinadas sob microscópio eletrônico.

Danos, distúrbios fisiológicos e epidemiologia

O amarelecimento-letal tem devastado coqueirais em várias regiões do mundo. Na Jamaica, por exemplo, o cultivo do coqueiral foi quase totalmente destruído. Somente no ano de 1979, foi estimado que as perdas chegaram a cerca de 4 milhões de plantas. No México, onde a introdução é mais recente (ocorreu no final dos anos 1970), a cocoicultura na Península de Yucatán foi arrasada. No Estado do Texas, EUA, os plantios de tamareira foram totalmente dizimados por um ataque de *P. palmae*, inviabilizando uma promissora cultura para as regiões

semiáridas daquele estado (Quarantine..., 1992). Presume-se que a dispersão natural do amarelecimento-letal das palmeiras seja feita através do provável vetor, o *Haplaxius crudus* (Van Duzee, 1970).

Em recente trabalho de determinação da composição e diversidade de cigarrinhas (Hemiptera: Auchenorrhyncha), em coqueirais na região Nordeste (Alagoas, Bahia e Sergipe) e na região Norte (Pará), foi possível encontrar membros das famílias Cixiidae, Delphacidae, Derbidae, Flatidae e Cicadellidae, representadas pela subfamília Deltocephalinae, que são considerados potenciais vetores de fitoplasmas. Nesse estudo, também foi confirmada, no Pará, a presença de *Haplaxius crudus*, o vetor do amarelecimento-letal em altas populações e, de acordo com a análise faunística, *H. crudus* foi a única espécie classificada como super dominante, abundante e frequente no levantamento realizado neste estado (Silva, 2018).

Na África, recentemente foram detectadas evidências da presença de fitoplasma em *Platacantha lutea* (Pentatomidae, Derbidae). Esses insetos foram encontrados em coqueiros, numa região com significativa ocorrência da doença na região de Porto Delgado, Moçambique (Dollet et al., 2011).

Pesquisas efetuadas na América Central indicam que a epidemia de amarelecimento-letal tem avançado, em média, 100 km anualmente, desde o primeiro foco registrado nas imediações de Cancún, México (Quarantine..., 1992).

O material vegetativo, inclusive palmeiras ornamentais, oferece um risco enorme de carregar o patógeno ou formas reprodutivas do inseto-vetor (Frison; Putter, 1994).

Controle

O controle do inseto-vetor, por meio da pulverização de inseticidas, atrasa a expansão da doença, mas é economicamente inviável. Na Flórida, foi desenvolvida uma técnica de controle com injeção de tetraciclina, que proporciona a remissão dos sintomas por um período máximo de 4 meses. Obviamente, essa técnica também é impraticável para o produtor de coco em países em desenvolvimento (International Workshop on Lethal Yellowing Like Diseases of Coconut, 1995).

O controle dessa epidemia só pode ser feito com medidas preventivas, tais como:

- Evitar a entrada do patógeno em áreas livres deles.
- Substituir a grama-de-santo-agostinho (*Stenotaphrum secundatum*), que favorece a multiplicação do vetor, por plantas leguminosas (Howard; Barrant, 1989).

Medidas fitossanitárias preventivas

P. palmae é uma praga quarentenária, e sua introdução deve ser evitada em todos os países produtores.

A medida fitossanitária mais eficiente é desestimular qualquer intercâmbio de material vegetativo proveniente de países que já foram contaminados pelo amarele-

cimento-letal, para impedir a propagação desse patógeno. O coqueiro-gigante-do-brasil, variedade mais plantada em todo o litoral nordestino, é semelhante ao coqueiro-gigante-da-jamaica, e, por conseguinte, altamente suscetível. A introdução dessa praga seria catastrófica não somente para a cocoicultura nacional, mas também teria efeitos danosos sobre a emergente indústria turística da região nordestina. Segundo Frison e Putter (1994), fitoplasmas são patógenos de difícil detecção pelos métodos convencionais utilizados em fitopatologia.

No trânsito de material vegetal, é de fundamental importância exigir o certificado fitossanitário de origem, mesmo se as introduções de plantas hospedeiras virem a ocorrer em países onde a praga já está presente.

Deve-se proibir também que passageiros de linhas aéreas tragam plantas ou frutas dos locais contaminados pelo amarelecimento-letal (em especial do México, da Flórida, da Jamaica e dos países africanos afetados). Deve ser estabelecido ainda um serviço de alerta na Região Norte, que recebe navios e turistas provenientes do Caribe (Warwick; Leal, 1999).

Procedimentos para a importação de coco

A importação de material propagativo do coqueiro deve ser feita mediante consulta ao Mapa e consequente autorização do ministério. Elas devem ser fumigadas com brometo de metila a 24 g m⁻³, na temperatura

de 26 °C a 30 °C, por 3 horas. Aconselha-se ainda que a transferência de germoplasma seja feita, sempre que possível, por meio do cultivo de embrião in vitro (FAO, 1996).

Referências

- ALVES, M. L. B.; LOURD, M. Podridão negra de frutos de coco causada por *Ceratocystis paradoxa* em Manaus-AM. **Fitopatologia Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 233, 1985.
- BATISTA, A. C. *Catacauma torrendiella* N sp., agente da verrugose do coqueiro. **Boletim do SAIC**, v. 15, n. 2, p. 129-133, 1948.
- BEZERRA, J. L.; FIGUEIREDO, J. M. de. Ocorrência de *Phytophthora staheli* Mc Ghee & Mc Ghee em coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Estado da Bahia, Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 7, p. 139-143, 1982.
- BLAIR, G. Studies on red ring disease of the coconut palm. **Oléagineux**, v. 25, p. 19-22, 1970.
- CARVALHO, E. de A.; COSTA, R. C.; LINS, P. M. P.; NASCIMENTO, S. M. C.; TALAMINI, V. Distribuição espacial da resinose do coqueiro no Pará. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, ago. 2012. Suplemento. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/948679/1/Distribuicaoespacial.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.
- CARVALHO, R. R. C. e; WARWICK, D. R. N.; SOUZA, P. E.; CARVALHO FILHO, F. J. L. S. Longevidade de *Thielaviopsis paradoxa*, agente causal da resinose do coqueiro em *Rhynchophorus palmarum*. **Scientia Plena**, v. 7, n. 4, p. 1-6, 2011.
- CHASE, A. R.; BROCHAT, T. K. **Diseases and disorders of ornamental palms**. Saint Paul: Amer Phytopathological Society, 1991. 56 p.
- CORREIA, M. S.; COSTA, J. L. da S. Dispersão anemófila do fungo *Botryodiplodia theobromae* em plantações de coqueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 150-154, 2005.
- CRUZ, L. S.; TALAMINI, V.; OLIVEIRA, F. A.; SANTOS, J. M. S. M.; FERREIRA, J. M. S.; SANTOS, C. C. Estudo do progresso da resinose do coqueiro em Sergipe. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS, 4., 2014, Aracaju. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 141-146.
- DOLLET, M. **Molecular markers, tools for taxonomy, and phylogeny of plants and insects Trypanosomatids**. 2005. Disponível em: <<http://gplf>>.

assoc.univ-bpclermont.fr//GPLF23-02-05/PDF%20dourdan/GPLF%202005%20Dollet%20M.pdf>. Acesso em: 10 maio 2017.

DOLLET, M. Plant diseases caused by flagellate protozoa (*Phytomonas*). **Annual Review Phytopathology**, v. 22, p. 115-132, 1984.

DOLLET, M.; LOPES, G.; GENTY, P.; DZIEDO, J. L. Current IRHO research on coconut and oil palm wilts in South America associated with intraphloem flagellate protozoa (*Phytomonas*) [*Cocos nucifera*, *Elaeis guineensis*]. **Oléagineux**, v. 3, p. 449-452, 1979.

DOLLET, M.; MACOME, F.; VAZ, A.; FABRE, S. Phytoplasmas identical to coconut lethal yellowing phytoplasmas from Zambesia (Mozambique) found in a pentatomid bug in Cabo Delgado province. **Bulletin of Insectology**, v. 64, p. 139-140, 2011. Supplement.

ELLIOTT, M. L.; BROSCAT, T. K.; UCHIDA, J. Y.; SIMONE, G. W. (Ed.). **Compendium of ornamental palm diseases and disorders**. Minneapolis: American Phytopathological Society, 2004. 71 p.

ESQUIVEL, E. A. La Porroca o necrosis apical del cocotero. **Ecos del Agro**, v. 18, p. 9-10, agosto 1999.

ESQUIVEL, E. A. Observaciones sobre la porroca o necrosis apical del cocotero, *Cocos nucifera* L. en Panamá. In: REUNIÓN ANNUAL DEL PCCMCA, 43., Panamá. **Resúmenes...** Panamá: [PCCMCA], 1997. p. 174.

FAO. **International standards for phytosanitary measures. Part 1. Import regulations**. Rome, 1996. 21 p. (FAO. Publication, 2).

FERRAZ, L. G. B.; COELHO, R. S. B.; CAVALCANTI, V. A. L. B.; ASSIS, T. C.; ANDRADE, D. E. G. T.; LACERDA, F. F. Nova doença letal ao coqueiro no Brasil. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, p. 295-301, 2012. Suplemento.

FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Resinose do coqueiro: como identificar e manejar**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 1 CD ROM. Livro digital. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATC/19925/1/ResinoseCoqueiro.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.

FERREIRA, J. M. S.; MOREIRA, M. A. B.; TALAMINI, V.; ARAGÃO, W. A.; WARWICK, D. R. N.; MORAES, A. C. Incidência da Resinose em diferentes genótipos de coqueiro. In: FEIRA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA TROPICAL IRRIGADA – EXPOFRUIT, 2009, Mossoró. **Resumos...** Mossoró: Coex, 2009. 1 CD ROM.

FONTES, H. R.; PROCOPIO, S. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; FERREIRA, J. M. S.; FERNANDES M. F. Eficácia do herbicida MSMA na erradicação de

coqueiros infectados com resinose. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 859-865, 2009.

FRANCO, E. A.; FRANCO FILHO, E. O enegrecimento da inflorescência do coqueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 311, 1986. Resumo.

FRANCO, E. **Estudos sobre o anel-vermelho do coqueiro**. Aracaju: Inspetoria de Defesa Sanitária Vegetal, 1964. 236 p. (Publicação, 6).

FRISON, E. A.; PUTTER, C. A. J. **FAO/IBPGR technical guidelines for the safe movement of coconut germplasm**. Rome: FAO: IBPGR, 1994. 15 p.

GALLASCH, H. Effect of nutrition on the incidence of *Drechslera incurvata* leaf spot of coconuts. **Papua New Guinea Agricultural Journal**, v. 25, n. 3-4, p. 38-50, 1974.

GERBER, K.; GIBLIN-DAVIS, R. Association of the red ring nematode and other nematodes species with the palm weevil *Rhynchophorus palmarum*. **The Journal of Nematology**, v. 22, n. 2, p. 143-149, 1990.

GIBLIN-DAVIS, R. M.; GERBER, K.; GRIFFITH, R. In vivo and in vitro culture of the red ring nematode, *Rhadinaphelenchus cocophilus*. **Nematropica**, v. 19, p. 135-142, 1989a.

GIBLIN-DAVIS, R. M.; MUNDO-OCAMPO, M.; BALDWIN, J. G.; GERBER, K.; GRIFFITH, R. Observations on the morphology of the red ring nematode, *Rhadinaphelenchus cocophilus*. **Revue de Nématologie**, v. 12, p. 285-292, 1989b.

GILBERT, G. S.; PARKER, I. M. Porroca: an emerging disease of coconut in Central America. **Plant Disease**, v. 92, p. 826-830, 2008.

GRIFFITH, R. A method of controlling red ring disease in coconuts. **Journal Agricultural Society Trinidad and Tobago**, v. 67, p. 827-845, 1969.

GRIFFITH, R. Red ring disease of coconut palm. **Plant Disease**, v. 71, p. 193-196, 1987.

GRIFFITH, R. The mechanism of transmission of the red ring nematode. **Journal Agricultural Society Trinidad and Tobago**, v. 67, p. 209-218, 1968.

GUEST, D. **Report of a consultancy visit**. Philippine Coconut Authority: Davao Research Center, 1991. 52 p. FAO/UNDP Project. (PHI 86/004).

HAGLEY, E. A. C. The role of the palm weevil, *Rhynchophorus palmarum*, as a vector of red ring disease of coconuts. I. Results of preliminary investigations **Journal of Economical Entomology**, v. 56, p. 375-380, 1963.

HOWARD, F. W.; BARRANT, C. I. Questions and answers about lethal yellowing disease. **Principes**, v. 33, n. 4, p. 163-171, 1989.

- HYDE, K. D.; CANNON, P. F. Fungi causing tar spots on palms. **Mycological Papers**, v. 175, p. 50-58, 1999.
- INTERNATIONAL WORKSHOP ON LETHAL YELLOWING LIKE DISEASES OF COCONUT, 1995, Elmina. **Understanding the disease: program and abstracts**. Elmina: CEC/CTA, 1995.
- JOLY, P. Le genre *Sphaerodothis* Sherr. **Research Council of Israel Bulletin**, v. 10, p. 187-193, 1961.
- JOSEPH, T.; RADHA, K. Role of *Phytophthora palmivora* in bud rot of coconut. **Plant Disease Reporter**, v. 59, p. 1014-1017, 1975.
- JULIA, J. F.; MARIAU, D. Deux espèces de *Sogatella* (Homoptère Delphacidae) vectrices de la maladie pourriture sèche du cœur de jeunes cocotier en Côte d'Ivoire. **Oléagineux**, v. 37, n. 11, p. 517-520, 1982.
- KARTIKA, D.; SOEBAGIO, F. X.; TURNER, P. D.; BREURE, C. J. Severe stem bleeding and frond fracture of MAWA hybrid coconuts [*Cocos nucifera*] in North Sumatra. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COCOA AND COCONUT, 1984, Kuala Lumpur. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1984. Paper 51.
- KIRK, P. M.; CANNON, P. F.; DAVID, J. C.; STALPERS, J. A. **Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi**. 9th ed. Wallingford: CAB International, 2001. 655 p.
- LEAL, E. C.; LEAL M. de L. da S.; RAM, C.; TUPINAMBÁ, E. A. Avaliação degermoplasma de coqueiro anão quanto à incidência da lixa-pequena (*Phyllachora torrendiella*) e da lixa-grande (*Sphaerodothis acrocomiae*) em Sergipe. **Agrotropica**, v. 9, n. 1, p. 13-18, 1997.
- LEAL, E. C.; RAM, C.; WARWICK, D. R. N.; LEAL, M. de L. da S. Comportamento de híbridos de coqueiro *Cocos nucifera* em relação à lixa-pequena *Phyllachora torrendiella* e a lixa-grande *Sphaerodothis acrocomiae*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 325-327, 1996.
- LEAL, E. C.; SANTOS, Z. G. dos; RAM, C.; WARWICK, D. R. N.; LEAL, M. de L. da S.; RENARD, J. L. Efeito da adubação mineral sobre a incidência das lixas *Sphaerodothis torrendiella* e *Sphaerodothis acrocomiae* no coqueiro *Cocos nucifera*. **Oléagineux**, v. 49, n. 5, p. 213-220, 1994.
- LEAL, E. C.; WARWICK, D. R. N.; LEAL, M. de L. da S.; RAM, C.; TUPINAMBÁ, E. A. Evaluacion de germoplasma de cocotero gigante en relacion a las lixas *Phyllachora torrendiella* e *Sphaerodothis acrocomiae* en Sergipe, Brasil. **Fitopatologia**, v. 33, n. 4, p. 220-223, 1998.
- LUZ, W. C. (Ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo: Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, 2011. v. 19, 399 p.
- MARIANO, R. L. R.; LIRA, R. V. F. de; PADOVAN, I. P.; NASCIMENTO, A. E. do. Ocorrência da "Murcha de Phytomonas, no Estado de Pernambuco, Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 80-82, 1990.
- MELO, C. A.; SANTOS, F. J.; TALAMINI, V.; SILVA, A. M. F.; FERREIRA, J. M. S. Presença de *Thielaviopsis paradoxa* em indivíduos de *Rhynchophorus palmarum* capturados isoladamente em plantio de coqueiro com sintomas da resinose. In: FEIRA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA TROPICAL IRRIGADA – EXPOFRUIT, 2010, Mossoró. **Resumos...** Mossoró: Coex, 2010. 1 CD ROM.
- MENON, K. V. P.; PANDALAI, K. M. **The coconut palm: a monograph**. Ernakulam: Indian central coconut Committee, 1958. 384 p.
- MONTANO, H. G.; BRIOSO, P. S. T.; SOUZA FILHO, B. F.; SILVEIRA, S. F. Associação de fitoplasma com a podridão seca do coqueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 198, 2002. Edição dos Resumos do XXXV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Recife, ago. 2002.
- MOURA, J. I. L.; RESENDE, M. L. V. Eficiência de monocrotofos aplicado via raiz no controle de *Lincolobuliger* Bred. em coqueiro. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 24, p. 1-6, 1985.
- MOURA, J. I. L.; REZENDE, M. L. V. de; LIMA, M. de F.; SANTANA, D. L. de Q. **Táticas para o controle integrado de *Rhynchophorus palmarum* (L.)**. Ilhéus: Ceplac/Cepec, 1991. 12 p.
- MUÑOZ, L. **La Porroca de cocotero em Panamá**. Colón: Ministerio de Desarrollo Agropecuario, 1994. 9 p.
- NAMBIAR, K. K. N.; JOSHI, Y.; VENUGOPAL, M. N.; MOHAN, R. C. Stem bleeding disease of coconut: reproduction of symptoms by inoculation with *Thielaviopsis paradoxa*. **Journal of Plantation Crops**, v. 14, n. 2, p. 130-133, 1986.
- NELSON, S. Stem bleeding of coconut palm. **Plant Disease**, Sept. 2005. Disponível em: <<http://www.ctahr.hawaii.edu/freepubs/pdf/PD-30.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.
- OEHLISCHLAGER, A. C.; CHINCHILLA, C. M.; GONZALEZ, L. M.; JIRON, L. F.; MEXZON, R.; MORGAN, B. Development of a pheromone-based trap for the American Palm Weevil, *Rhynchophorus palmarum* (L.). **Journal of Economical Entomology**, v. 86, p. 1381-1392, 1993.
- OHLER, J. G. **Coconut, tree of life**. Rome: FAO, 1964. 446 p.
- OLIVEIRA, F. A. de; MATOS, C. G.; MELO, C. A.; SANTOS, C. C. dos; TALAMINI, V.; FERREIRA, J. M. S.; SANTOS, F. J. dos. Etiologia da queda de frutos de coqueiro no estado de Sergipe. In: SEMINÁRIO

DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS, 1., 2011, Aracaju. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2011. p. 51-58.

OLIVEIRA, F. A. de; SANTOS, C. C. dos; TALAMINI, V.; FERREIRA, J. M. S.; SANTOS, F. J. dos; SILVA, R. S. da. Efeito de fungicidas no crescimento micelial de *Thielaviopsis paradoxa*. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS, 2., 2012, Aracaju. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. p. 91-95.

PARRA, D.; MORILLO, F.; SÁNCHEZ, P.; PINEDA, J.; GUERRA, J. Presencia de *Thielaviopsis paradoxa* De Seynes Höhn en el tubo digestivo de *Rhynchophorus palmarum* Linneo (Coleoptera: Curculionidae). **Entomotropica**, v. 18, p. 49-55, abr. 2003.

PLOETZ, R. C.; ZENTMYER, G. D.; NISHIJIMA, W. T.; ROHRBOCK, K. G.; OHR, H. D. **Compendium of tropical fruit diseases**. Saint Paul: Amer Phytopathological Society, 1994. 88 p.

QUARANTINE pests for Europe. [S.l.]: CAB International/European and Mediterranean Plant Protection Organization, 1992. 4 p.

QUILLEC, G.; RENARD, J. L. L' Helminthosporiose du cocotier, études préliminaires. **Oléagineux**, v. 30, n. 5, p. 205-213, 1975.

QUILLEC, G.; RENARD, J. L. *Phytophthora* rot of coconut. **Oléagineux**, v. 39, n. 3, p. 143-145, 1984.

RAMIREZ NARANJO, B. Principales enfermedades del cocotero. **ICA Informa**, v. 25, p. 5-13, 1991.

RENARD, J. L. Le Hartrot du cocotier: caracterisation et moyens de lutte. **Oléagineux**, v. 44, p. 475-484, 1989a.

RENARD, J. L. **Missão de prospecção sobre as doenças do coqueiro e da palmeira oleaginosa no Brasil**. Paris: Gerdat: Irho, 1982. 85 p. (Irho. Document, 1733).

RENARD, J. L. Rapport d'activité de l'institut de recherches pour les huiles et oléagineux (Irho-Cirad). **Oléagineux**, v. 44, p. 117-118, 1989b.

RENARD, J. L. **Rapport de mission de défense des cultures au Brésil**. Paris: Cirad: Irho, 1988. 28 p. (Irho. Document, 2.111).

RENARD, J. L.; QUILLEC, G.; ARNAUD, F. Une nouvelle maladie du cocotier en pépinière Symptômes, moyens de lutte. **Oléagineux**, v. 30, n. 3, p. 109-112, 1975.

SÁNCHEZ, V.; REBOLLEDO, O.; PICASO, R. M.; CÁRDENAS, E.; CÓRDOVA, J.; GONZÁLEZ, O.; SAMUELS, G. J. In vitro antagonism of *Thielaviopsis*

paradoxa by *Trichoderma longibrachiatum*. **Mycopathologia**, v. 163, p. 49-58, 2007.

SANTOS, C. C.; OLIVEIRA, F. A.; SANTOS, M. S.; TALAMINI, V.; FERREIRA, J. M. S.; SANTOS, F. J. Influência de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial de *Thielaviopsis paradoxa*. **Scientia Plena**, v. 8, n. 7, p. 1-5, 2012.

SILVA, F. G. **Composição e diversidade de cigarrinhas (Hemiptera: Auchenorrhyncha) potencialmente vetoras de fitoplasma em coqueiros no Brasil**. Tese: Doutorado em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe, 2018. 78 p.

SILVA, J.M. da; TALAMINI, V.; RAMOS, S.R.R.; FERREIRA, J.M.S.; SANTOS, J.M.S.M.; FERNANDES, M.F. Evaluation of dwarf coconut (*Cocos nucifera* L.) germplasm to the damage intensity caused by foliar diseases. **Australian Journal of Crop Science**, v.11, n.10, p.1374-1380, 2017.

SLOBBE, W. O. van; PARTHASARATHY, M. V.; HESEN, J. A. J. Hartrot fatal wilt palms. II. Oil palm (*Elaeis guineensis*) and other palms. **Príncipes**, v. 22, p. 15-25, 1978.

SOUZA FILHO, B. F.; SANTOS FILHO, H. P.; ROBBS, C. F. Etiologia da queima das folhas do coqueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 5-10, 1979.

SOUZA, N. S. de. Murcha-de-Phytomonas, uma nova doença de coqueiro em Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 314, maio/jun. 2005.

SUBILEAU, C. **Systématique et biologie du complexe parasitaire constitué du *Phyllachora torrendiella* (Bat.) nov. comb. et du *Botryosphaeria cocogena* nov. sp., agents fongiques du dessèchement foliaire du cocotier au Brésil**. 1993. 121 f. Tese (Thèse de Doctorat) – Université Pierre et Marie Curie, Paris.

TREMACOLDI, C. R.; LINS, P. M. P. **Inibição do crescimento micelial in vitro de *Thielaviopsis paradoxa* com a utilização de fungicidas sistêmicos e de contato**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 12 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 75).

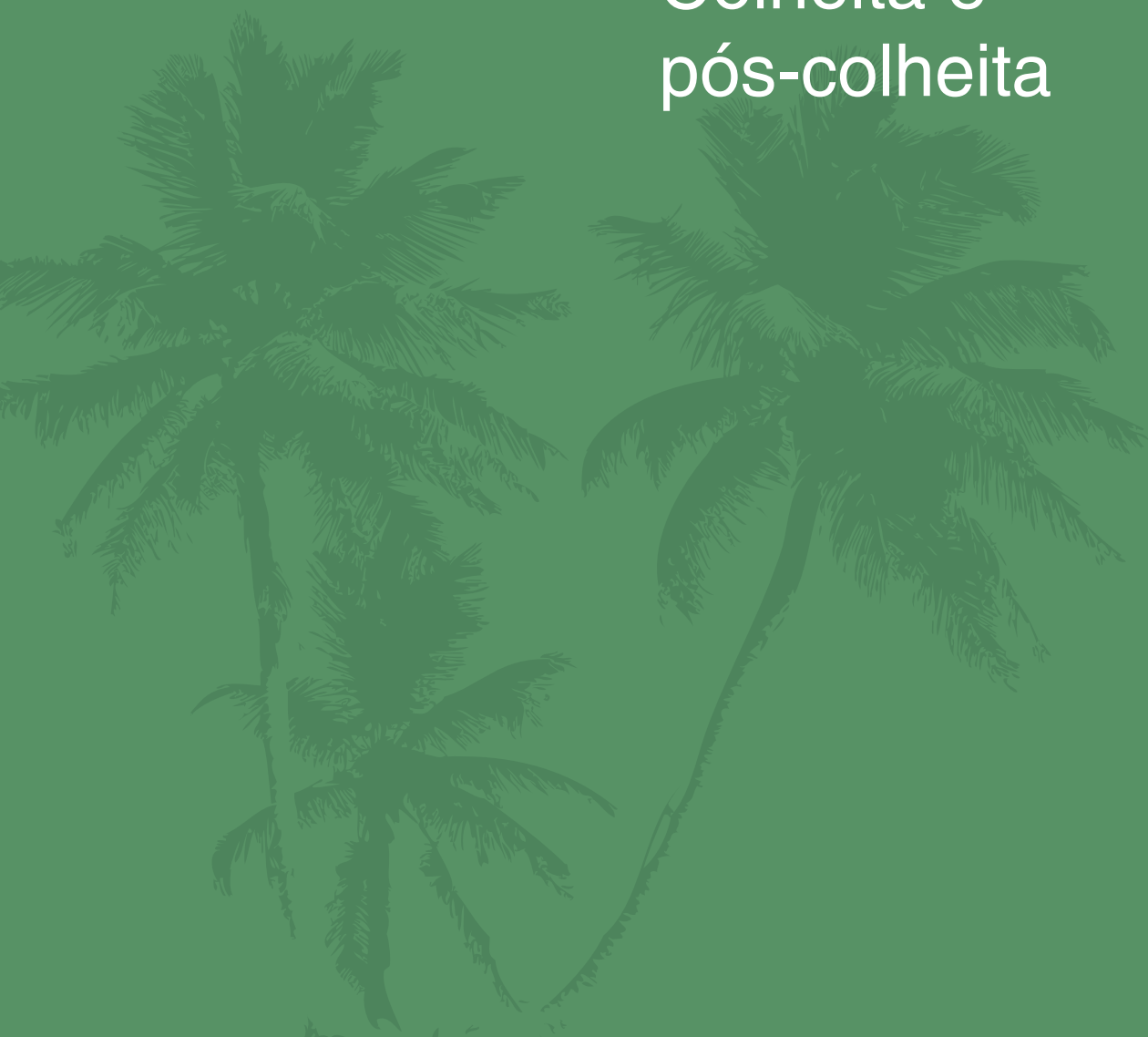
TRINDADE, D. R.; POLTRONIERI, L. S.; SILVA, H. M. e; ALBUQUERQUE, F. C. de. Ocorrência da mancha-foliar em coqueiro causada por *Cylindrocladium pteridis* no Estado do Pará. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 412, 1998.

UCHIDA, J. Y.; ARAGAKI, M. *Bipolaris* and *Exserohilum* leaf spots. In: CHASE, A. R.; BROSCAT, T. K. (Ed.). **Diseases and disorders of ornamental palms**. Saint Paul: Amer Phytopathological Society, 1991. p. 5-6.

- VIANA, F. M. P.; UCHÔA, C. N.; FREIRE, F. C. O.; VIDAL, J. C. Ocorrência da lixa-grande do coqueiro no Estado do Ceará. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 200, 2005.
- VITÓRIA, N. S.; BEZERRA, J. L.; GRAMACHO, K. P.; LUZ, E. D. M. N. *Camarotella torrendiella* comb. Nov. and *C. acrocomiae*: etiologic agents of black leaf spot diseases on the coconut trees. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 4, p. 295-301, 2008.
- WARWICK, D. R. N. Chemical control of lixas and leaf blight disease of coconut. **Palms**, v. 45, n. 4, p. 168-170, 2001a.
- WARWICK, D. R. N. Colonização de estromas de *Sphaerodothis acrocomiae* agente causal da lixa-grande do coqueiro por *Acremonium persicinum*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 220, 2001b.
- WARWICK, D. R. N. Identificação do genótipo de coqueiro-anão (*Cocos nucifera*) mais resistente à queima das folhas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 196, 2006. Suplemento.
- WARWICK, D. R. N. Influências dos fitopatógenos na cadeia produtiva do coqueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p. 296-302, 2000. Suplemento.
- WARWICK, D. R. N. Ocorrência e medidas de combate da podridão seca do coqueiro no Platô de Neópolis, Sergipe. **Agrotrópica**, v. 10, n. 1, p. 43-46, 1998.
- WARWICK, D. R. N. **Principais doenças do coqueiro (*cocos nucifera* L.) no Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1989. 26 p.
- WARWICK, D. R. N.; BEZERRA, A. P. T. Identificação de germoplasma de coqueiro anão (*Cocos nucifera*) resistente a queima-das-folhas (*Lasioidiplodia theobromae*) **Fitopatologia Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 294-96, 1990.
- WARWICK, D. R. N.; BEZERRA, A. P. T. Possible root transmission of the red ring nematode (*Rhadinaphelenchus cocophilus*) to coconut palms. **Plant Disease**, v. 76, p. 809-811, 1992.
- WARWICK, D. R. N.; BEZERRA, A. P. T.; RENARD, J. L. Reaction of coconut hybrids to leaf blight. **Oléagineux**, v. 46, n. 3, p. 100-108, 1991.
- WARWICK, D. R. N.; COSTA, R.; CARVALHO, E. de A.; SOUSA, R. C. de. **Controle da resinose do coqueiro com pasta bordalesa**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 1 folder.
- WARWICK, D. R. N.; LEAL, E. C. **Amarelecimento letal das palmeiras**. [S.l.: s.n.], 1997.
- WARWICK, D. R. N.; LEAL, E. C. Avaliação de fungos hiperparasitas para o controle biológico das lixas do coqueiro. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 4., 1994, Gramado. **Anais...** Pelotas: Embrapa-CPACT, 1994. p. 64.
- WARWICK, D. R. N.; LEAL, E. C. Ciclo evolutivo da lixa-grande do coqueiro. **Agrotrópica**, v. 11, n. 1, p. 41-44, 1999.
- WARWICK, D. R. N.; LEAL, E. C. Occurrence of coconut lixas in Brazilian native palms in the northeastern coastal plain. **Palms**, v. 44, n. 1, p. 9-13, 2000.
- WARWICK, D. R. N.; LEAL, E. C.; BEZERRA, A. P. T.; TUPINAMBÁ, E. A. Field resistance of coconuts to lixas and leaf blight in Brazil. In: NAIR, M. K.; KHAN, H. H.; GOPALASUNDARAM, P.; BHASCARA RAO, E. V. V. (Org.). **Advances in coconut research and development**. New Delhi: Oxford & IBH, 1993a. p. 585-590.
- WARWICK, D. R. N.; MOURA, J. I. L. Eficiência do manejo integrado na redução da murcha de phytomonas em coqueiro anão amarelo. **Agrotrópica**, v. 11, n. 3, p. 117-120, 1999.
- WARWICK, D. R. N.; PASSOS, E. E. M. Outbreak of stem bleeding in coconuts caused by *Thielaviopsis paradoxa* in Sergipe, Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 32, p. 175-177, 2009.
- WARWICK, D. R. N.; PASSOS, E. E. M.; LEAL, M. de L. da S.; BEZERRA, A. P. T. Influence of water stress on the severity of coconut leaf blight caused by *Lasioidiplodia theobromae*. **Oléagineux**, v. 48, n. 6, p. 279-282, 1993b.
- WARWICK, D. R. N.; RENARD, J.-L.; BLAHA, G. La queima das folhas du cocotier. **Plantations, Recherche, Développement**, v. 1, n. 2, p. 57-64, 1994.
- WARWICK, D. R. N.; SANTANA, D. L. de Q.; DONALD, E. R. C. **Anel-vermelho do coqueiro**: aspectos gerais e medidas de controle. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1995. 7 p. (Embrapa-CPATC. Comunicado técnico, 5).
- WARWICK, D. R. N.; TALAMINI, V.; FERREIRA J. M.S. Presença de *Thielaviopsis paradoxa*, agente causal da resinose do coqueiro em coleópteros. In: FEIRA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA TROPICAL IRRIGADA – EXPOFRUIT, 2009, Mossoró. **Resumos...** Mossoró: Coex, 2009. 1 CD ROM.

PARTE 6

Colheita e pós-colheita



Capítulo 1

Colheita, armazenamento e transporte

Carlos Roberto Martins
Humberto Rollemberg Fontes
Wilson Menezes Aragão

Introdução

O coqueiro é uma planta de múltiplas utilidades, difundida naturalmente pelo globo terrestre, ocorrendo em praticamente todos os continentes. Em virtude dessa dispersão e da fácil adaptabilidade, seu cultivo e sua utilização se dão de forma expressiva em todo o mundo, com os mais variados produtos, tanto na forma in natura quanto na industrializada (Martins; Jesus Junior, 2011).

Na maioria dos países onde são cultivados, os frutos são utilizados para a produção de copra, que vem a ser o albúmen sólido desidratado a 6% de umidade, empregado na extração de óleo. No Brasil, o coco-seco é normalmente comercializado in natura ou na forma de produto industrializado, com destaque para o coco ralado e o leite de coco, tendo em vista sua grande utilização na elaboração de pratos regionais, e em confeitarias, na fabricação de pães, doces, biscoitos e sobremesas.

O albúmen líquido, conhecido como água de coco, é bastante consumido, tanto na

forma do fruto verde in natura quanto na sua forma industrializada, sendo, para o último caso, utilizadas embalagens do tipo tetrapak ou garrafas de plástico. Esse segmento, além de ter crescido nos últimos anos, apresenta boas perspectivas futuras, tendo em vista o aumento do consumo de água de coco nos mercados interno e externo, hábito normalmente associado a qualidade de vida e saúde.

As características relacionadas à qualidade do fruto são estabelecidas durante a fase de desenvolvimento, sofrendo, portanto, grande influência das condições locais de plantio e do manejo cultural e fitossanitário empregados. O conhecimento das etapas de formação do fruto, das técnicas de colheita e de manuseio pós-colheita é de fundamental importância para que se obtenha um fruto de boa qualidade.

Durante as fases de crescimento e maturação do fruto, ocorrem transformações físico-químicas e sensoriais que determinam a qualidade do albúmen, as quais estão relacionadas com os seguintes fatores: a variedade utilizada, as condições edafoclimáticas locais, a temperatura, a luminosidade, a precipitação pluviométrica, o sistema de produção adotado e a época do ano em que foi realizada a colheita. Deve-se considerar ainda que muitos sintomas de distúrbios biológicos e/ou fisiológicos relacionados ao ataque de pragas e doenças ou mesmo a danos físicos que ocorrem na pós-colheita podem ter sido originados durante a fase de desenvolvimento do fruto.

Ponto de colheita

O ponto ideal de colheita do fruto pode ser determinado utilizando-se índices de maturidade de colheita. Esses índices estão relacionados à planta, ao fruto, ao destino da produção e às peculiaridades da região de produção onde o coqueiral está implantado. Os índices de maturidade mais utilizados para determinar a maturidade do coco são o tempo de floração (idade do fruto, considerando a abertura natural da inflorescência), o tamanho do fruto, a aparência externa e as características físico-químicas do albúmen (acidez, sólidos solúveis, compostos voláteis, teor de açúcar, vitamina C, entre outros) (Kwiatkowski et al., 2008). As características químicas e sensoriais da água poderão também ajudar a determinar o momento exato da colheita (Aragão et al., 2002; Resende et al., 2002; Maciel et al., 2009).

Na maioria dos casos, o ponto de colheita é determinado de acordo com a sua finalidade. A colheita do coco pode ser realizada em dois estádios de maturação, conforme

o mercado a que se destina (Figura 1). O coco-verde destinado ao mercado de água de coco deve ser colhido ainda imaturo, com aproximadamente 6 ou 7 meses de idade, quando se inicia a formação do albúmen sólido. Nessa fase, além do maior rendimento da água, o sabor é mais agradável, atendendo, portanto, à preferência do consumidor. Frutos com até 5 meses ou com mais de 7 meses apresentam alterações físico-químicas e de sabor, devendo sua colheita ser realizada somente em condições especiais. Quando o objetivo é atender ao mercado de coco-seco, os frutos devem ser colhidos durante a fase da plena maturação, alcançada entre 11 e 12 meses de idade, quando o albúmen sólido está totalmente formado. Em ambos os casos, a depender do período do ano, a colheita dos frutos poderá ser antecipada, principalmente durante os meses mais quentes, em virtude da maior velocidade de maturação dos frutos. Nesse caso, os frutos poderão ser colhidos aos 10 meses de idade, quando o objetivo é a produção de coco-seco, ou mesmo aos 5 meses, quando utilizado como coco-verde. Podem surgir situações as mais variadas,

Fotos: Carlos Martins

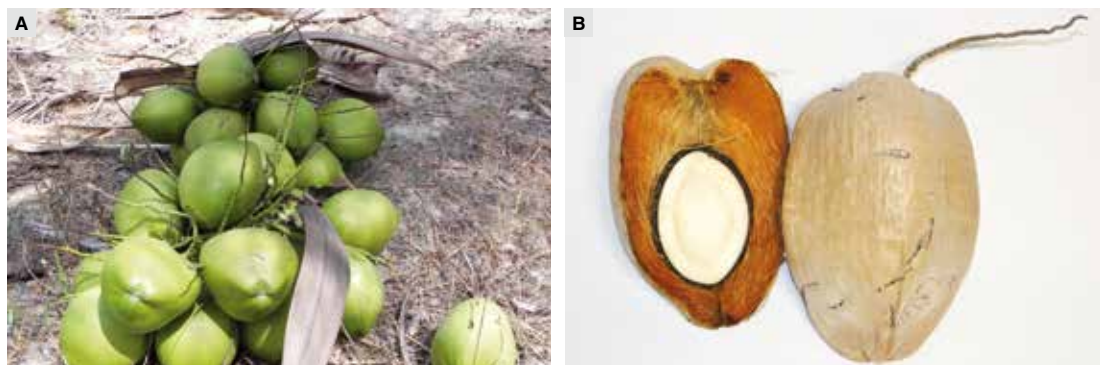


Figura 1. Ponto ideal de colheita do coco-verde destinado ao consumo de água (A) e de coco-seco destinado a processamento industrial (B).

a depender principalmente das condições locais de cultivo. Cada caso é um caso a ser avaliado.

Os cachos com frutos com idade de 6 a 7 meses, na época de verão, estão normalmente localizados nas axilas das folhas 18 ou 19, considerando a emissão de folha e de cacho a cada 20 dias, o que coincide com o período mais seco do ano, quando, então, as temperaturas estão mais elevadas. Durante o inverno, esses cachos encontram-se, principalmente, nas axilas das folhas 17 ou 18, quando predominam temperaturas mais amenas, maiores índices pluviométricos e período de menor ritmo de emissão de folhas e cachos. Na Figura 2, são mostradas as diferenças visuais internas do coco, entre o coco-verde (próprio para água de coco) e o coco-seco.

Foto: Carlos Martins



Figura 2. Visão interna do fruto do coqueiro no ponto de colheita: acima, para o coco-verde (água de coco) e abaixo, para o coco-seco.

Coco-verde

Embora os frutos destinados ao consumo de água de coco possam ser colhidos das mais variadas cultivares de coqueiro, o coqueiro-anão-verde é o preferido do mercado nacional, em prejuízo do anão-amarelo e do anão-vermelho, assim como das cultivares híbridas, principalmente em relação ao coqueiro-gigante. Normalmente, quando os frutos alcançam o ponto de colheita, com aproximadamente 6 meses de idade, a superfície da casca ao redor do pedúnculo apresenta um tom creme-amarelado, e o ramo floral ou espiguetas que sustentam os frutos mostram sintomas de secamento (Coconut, 2004). Nessa fase, o coco-verde apresenta todas as características sensoriais desejáveis ao consumo, contendo um maior volume de água e de sólidos solúveis totais (SST) e sais minerais, especialmente potássio, que são responsáveis pelo ótimo sabor da água de coco, influenciado também pelo gradiente das concentrações de diversos açúcares e da presença de ácidos orgânicos, especificamente do ácido málico (Chitarra; Chitarra, 2005).

Em geral, o teor de SST na água de coco é de 6 °Brix nos frutos entre 6 e 7 meses de desenvolvimento. Os principais açúcares encontrados são a glicose, a frutose e a sacarose. O constituinte químico principal da água de coco é açúcar na forma redutora (glicose e frutose) e na não redutora (sacarose). Da combinação entre glicose e frutose na água do coco maduro surge a sacarose, que é menos adocicada do que a frutose (Aroucha et al., 2005).

Quando os frutos são colhidos com idade em torno de 5 meses, a água de coco apresenta baixos teores de SST, sendo que, nessa fase, o fruto não apresenta a formação de albúmen sólido, nem mesmo em sua fase inicial. Por sua vez, quando os frutos são colhidos depois de 8 meses de idade, reduzem-se os teores de glicose e frutose, e aumentam-se os teores de sacarose e gordura, tornando, assim, desagradável o sabor da água. A acidez da água de coco aumenta também com o tempo de desenvolvimento (colheita) dos frutos, assim como com os teores de compostos fenólicos (Kwiatkowski et al., 2012). A avaliação do pH determina, em certo grau, o sabor e a adstringência da água de coco, sendo considerado ideal para consumo quando o pH está em torno de 4,5 a 5,7. O pH da água de coco varia de acordo com a idade do fruto. Com a idade de 5 meses, por exemplo, o pH encontra-se em torno de 4,7 a 4,8, elevando-se acima de 5 até o final do crescimento do fruto (Aragão et al., 2001; Carvalho et al., 2006). É de conhecimento geral que o sabor das frutas está proporcionalmente ligado aos teores da acidez e à relação entre açúcares e acidez (Kays, 1991).

De maneira geral, a despeito de alguns mercados exigirem o coco colhido com 5 meses, a maior preferência continua a ser pelo fruto entre 6 e 7 meses de idade, em fase inicial de formação de albúmen, em virtude do melhor sabor e do maior rendimento da água de coco, principalmente entre consumidores que comercializam o produto envasado. A composição química da água de coco do coqueiro-anão-verde com 7 meses de idade é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização físico-química da água de coco de frutos da variedade anã verde, aos 7 meses de idade.

Sacarose (mg 100 mL ⁻¹)	280,00
Glicose (mg 100 mL ⁻¹)	2.378,00
Frutose (mg 10 mL ⁻¹)	2.400,00
P (mg 100 mL ⁻¹)	7,40
Ca (mg 100 g ⁻¹)	17,10
Na (mg 100 g ⁻¹)	7,05
Mg (mg 100 g ⁻¹)	4,77
Mn (mg 100 g ⁻¹)	0,52
Fe (mg 100 g ⁻¹)	0,04
K (mg 100 g ⁻¹)	156,80
Acidez (% v/p)	1,11
pH	4,91
SST (°Brix)	5,00
Vitamina C (mg 10 mL ⁻¹)	1,20
Glicídios Totais (g 100 g ⁻¹)	3,46
Proteína (mg 100 g ⁻¹)	370,00
Valor calórico (cal 100 g ⁻¹)	27,51

Fonte: Aragão et al. (2001, 2003).

O preenchimento com a água na cavidade central do coco inicia-se rapidamente, a partir do segundo mês após a abertura da inflorescência. Embora, nesse início, o volume de água seja lentamente formado, ao chegar entre o sexto e o oitavo mês de idade, o volume máximo é atingido, e pode variar de 300 mL a 600 mL, dependendo da cultivar e da região de produção (Resende et al., 2002; Jackson et al., 2004; Benassi et al., 2007). Além disso, o estágio de maturação e o sistema de produção podem influenciar o volume de água no fruto do coqueiro (Silva et al., 2009).

Coco-seco

O ponto de colheita do coco-seco é normalmente observado quando se completa sua

maturação, que ocorre com 11 a 12 meses de idade. Em algumas situações, o fruto é colhido com 10 meses, conforme comentado anteriormente. Quando a colheita é retardada, por exemplo, em períodos de queda de preço do coco, ela costuma ser feita estando os frutos com 13 meses de idade. Aos 12 ou 13 meses, o epicarpo do fruto apresenta uma coloração marrom-escura, enquanto, aos 10 ou 11 meses, exibe uma variação de coloração entre o tom original do fruto e marrom, cor indicativa do final de maturação do fruto. A seleção dos cachos a serem colhidos é realizada pelo operário responsável por escalar a planta, de acordo com diagnóstico visual que fizer dos frutos, ou, então, recorrendo a um método prático, que consiste em bater o facão sobre os frutos ainda presos aos cachos, para reconhecer, pelo som, se o fruto está pronto para ser colhido.

Considerando que a colheita do coco-seco é realizada em média a cada 3 meses, e tendo em vista a dificuldade de conseguir mão de obra e seu elevado custo, a colheita de cachos com frutos nos três estádios de maturação seria uma boa solução, pois reduziria os custos. Em alguns países produtores, como Índia, Filipinas, Indonésia, Sri Lanka e Tailândia, os frutos secos são periodicamente colhidos à medida que completam a maturação, quando, então, se desprendem dos cachos e caem. Se, por um lado, essa prática apresenta a desvantagem de facilitar o furto da produção obtida, situação comum aos dias atuais, por outro lado, a distribuição da colheita ao longo do ano dificulta os trabalhos de descascamento, uma

vez que, pelo sistema usualmente adotado, os frutos colhidos são transportados para a sede da fazenda, onde são descascados antes de serem comercializados.

De acordo com Tavares et al. (1998) e Aragão et al. (2009), a composição química da copra, determinada em populações de coqueiro-gigante, revelou as amplitudes demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização química da copra de coco em populações de coqueiro-gigante (g 100 g⁻¹).

Umidade	39,21 a 50,06
Cinzas	1,59 a 2,06
Glicose	0,12 a 0,31
Sacarose	5,04 a 9,95
Carboidratos	8,39 a 14,49
Proteína	7,12 a 8,52
Fibra crua	5,39 a 12,88
Lipídios	63,05 a 72,66
Ácido láurico	49,60 a 54,10
Acidez em relação/normal	1,76 a 2,67

Fonte: Adaptado de Aragão et al. (2009) e Tavares et al. (1998).

Colheita

A colheita do coqueiro-anão e dos híbridos inicia-se a partir do terceiro ou quarto ano de plantio, podendo ser realizada no período de 20 a 35 dias (Ferreira et al., 2011). Para o coqueiro-gigante, que é uma variedade rústica, de fase vegetativa longa, o início da colheita acontece a partir do sétimo ano, a depender das condições locais e do sistema de produção utilizado.

Em plantios de coqueiro-anão e híbridos, as plantas são mais precoces e, no início da

fase produtiva, apresentam baixo porte, o que facilita a colheita manual dos cachos de coco, cortando-se o pedúnculo com o auxílio de um facão. Em plantas maiores, os frutos são colhidos por dois operadores, utilizando-se duas hastes de madeira ou de alumínio: uma com um gancho na extremidade, para segurar o cacho e evitar a sua queda, e outra contendo uma lâmina na sua extremidade, para cortar o pedúnculo do cacho.

Em algumas propriedades, utilizam-se escadas para facilitar o acesso ao cacho na copa da planta, e uma corda, conten-

do um gancho na ponta, para segurar e fazer descer o cacho, utilizando-se como suporte as folhas do coqueiro. Em plantas mais altas, a colheita passa a ser feita com o auxílio de três operários de campo, já que há necessidade de sustentar o cacho, cortar o pedúnculo e segurar a corda que permite a descida do operário até o chão, sem causar impacto sobre o solo e perdas nos frutos, por rachadura (Figuras 3 e 4). O operador responsável por sustentar a corda utiliza o próprio estipe do coqueiro como suporte para reduzir o esforço despendido, posicionando-se no lado oposto ao cacho a ser colhido.

Foto: Carlos Martins



Figura 3. Operários rurais responsáveis pela sustentação, pelo corte e pela descida do cacho, na colheita de coco-verde.

Foto: Carlos Martins



Figura 4. Rachadura do fruto do coqueiro decorrente de queda durante o processo de colheita.

Considerando as dificuldades operacionais e os custos mais elevados da colheita em plantios de coqueiro-anão mais velhos, muitos produtores estão optando por renovar seu coqueiral mais cedo. Fazem o plantio de novas mudas entre dois coqueiros e, posteriormente, eliminam as plantas velhas a partir do início da produção dos coqueiros jovens, que ocorre em média entre o terceiro e o quarto ano. Essa situação tem sido observada em plantios com idade de aproximadamente 15 anos, ocasião em que as plantas apresentam alta produção.

Depois de colhidos, os frutos do coqueiro são deixados no campo, próximo à planta (Figura 5), para serem submetidos a um processo de pré-classificação, que consiste no seguinte: os melhores frutos são mantidos presos aos cachos, enquanto aqueles considerados fora de padrão são eliminados com o auxílio de um facão (Figura 6).

No caso do coqueiro-gigante, a colheita do coco-seco é realizada, em média, a cada 3 meses, quando são colhidos aproximadamente três cachos por planta. O operador



Foto: Carlos Martins

Figura 5. Frutos do coqueiro mantidos no campo, à espera do carregamento.



Foto: Carlos Martins

Figura 6. Pré-classificação e toalete dos frutos do coqueiro.

escala a planta até atingir a copa, utilizando peias (ligas de couro inseridas nos pés, dando base para o operador subir em coqueiros), de couro ou de náilon. Com o auxílio de um facão, ele corta o pedúnculo

do cacho, deixando que ele tombe sobre o solo, uma vez que, tratando-se de coco-seco, não sofrerá rachaduras provocadas pelo tombo (Figura 7).



Foto: Humberto Rollemberg Fontes

Figura 7. Sistema manual de colheita do coqueiro-gigante.

Considera-se que, em média, um homem pode colher em torno de 60 plantas por dia, sendo essa atividade normalmente remunerada por produção. Atualmente, estima-se entre R\$ 1,80 e R\$ 2,00 (na região de Sergipe) o valor pago para cada coqueiro colhido. Ressalte-se que está cada vez mais difícil encontrar esse tipo de mão de obra.

Durante a operação de colheita, é geralmente realizada a limpeza da copa do coqueiro, que consiste em eliminar as folhas secas e os cachos sem frutos. Não se recomenda o corte de folhas ainda verdes, já que, antes de entrar em senescência, alguns nutrientes são translocados das folhas mais velhas para as mais jovens, sendo, portanto, essa remoção prejudicial ao coqueiro. Deve-se considerar também que o corte de folhas verdes pode atrair pragas que podem trazer prejuízos ou até mesmo a morte das plantas.

São muitas as dificuldades para colher os frutos, principalmente se as plantas forem muito altas, como é observado em populações de coqueiro-gigante. Os operários responsáveis pela colheita dos frutos, conhecidos como “subidores”, representam, atualmente, uma mão de obra cada vez mais escassa, dada a dificuldade de exercer a tarefa, por conta do grande esforço físico exigido e do consequente risco de acidente. Esse fator eleva substancialmente os custos de produção. Em muitas situações, a depender no número de frutos a ser colhido e do preço vigente do coco na época da colheita, torna-se inviável realizar essa operação, quando se opta, então, por deixar o cacho na planta.

Manuseio pós-colheita

Coco-verde

A qualidade da água de coco é diretamente afetada pelo tempo decorrente entre a colheita e o consumo final. Dessa forma, logo após a colheita, os frutos são transportados com o auxílio de carretas tracionadas por trator, para que se faça o carregamento imediato dos caminhões que levarão o produto ao seu destino final (Figura 8). Estima-se que um caminhão transporta em média 7 mil frutos juntamente com os cachos, podendo chegar a 8 mil frutos quando parte desses frutos é transportada a granel. De acordo com Resende et al. (2002), o coco no cacho permite uma maior conservação dos frutos à temperatura ambiente, motivo por que são os preferidos pelos comerciantes.

Foto: Carlos Martins



Figura 8. Frutos de coqueiro sendo transportados de carretas, diretamente do pomar, para caminhões, que os levarão ao destino final.



Foto: Carlos Martins

Figura 9. Cachos de coco com ramos florais cortados para evitar ferimentos.

No transporte dos cachos, deve-se cortar a ponta dos ramos florais para evitar ferimentos que depreciem o valor final do fruto (Figura 9). Para o transporte por unidade, deve-se retirar cada fruto do cacho com o auxílio de uma tesoura de poda, deixando intacto o cálice e uma parte do ramo floral, para evitar a entrada de microrganismos que possam ocasionar perdas por apodrecimento. Os frutos podem ser acondicionados também em sacos trançados de polipropileno, com capacidade para 20 kg. Para alguns nichos de mercado, como o de exportação para países europeus, os frutos podem ser acondicionados em atmosfera modificada. Nesse caso, os frutos são revestidos com filme PVC de 0,015 mm e embalados em caixas de papelão (Assis et al., 2000).

Segundo sugere Viana (2011), para comercializar cocos em mercados situados a longas distâncias do local de produção, ou ainda para exportação, é preciso tomar certas medidas: a) fazer uma criteriosa seleção dos frutos no campo; b) proceder a uma colhei-

ta cuidadosa; c) preparar criteriosamente os frutos; d) escolher um meio de transporte adequado ao fruto; e) utilizar embalagem adequada; e f) providenciar um apropriado acondicionamento nos contêineres para embarque. Esses cuidados são essenciais para manter a qualidade da fruta, mas, principalmente, para evitar a ocorrência de doenças pós-colheita. O autor cita, por exemplo, a podridão-basal pós-colheita, que é uma doença agressiva e de difícil controle, causada pelo fungo *Lasiodiplodia theobroma*, o que constitui um sério problema para a exportação de frutas. A dificuldade maior está na identificação da doença, pois, no momento da colheita, os frutos atacados não manifestam sintomas, já que o tecido atacado se encontra abaixo das brácteas. Dessa forma, a doença só se manifestará durante o transporte e/ou o armazenamento. É por isso que o produtor deve prevenir-se, adotando uma série de cuidados prévios, como seleção do coqueiral no campo, medidas preventivas na colheita, armazenamento e acondicionamento adequados para o transporte.

Para frutos destinados a mercados situados a longas distâncias, recomenda-se realizar o transporte da carga em caminhões fechados, do tipo baú, e, de preferência, refrigerado.

De maneira geral, alguns cuidados devem ser observados para prolongar a vida útil dos frutos, tais como:

- Os frutos/cachos devem ser manuseados com cuidado, e o transporte efetuado o mais rápido possível. Caso sejam transportados em caminhões de carroceria aberta, deverão ser cobertos com lonas de cor clara, de forma a reduzir a temperatura. Considerando que a pressão da água de coco situa-se em torno de 5 atm, a temperatura elevada poderá alterar a qualidade da água, favorecendo o aparecimento de rachaduras na casca, principalmente se os frutos tiverem sido colhidos muito verdes, com aproximadamente 5 meses.
- Deve-se forrar o caminhão com palha ou serragem para evitar danos mecânicos aos frutos colocados nas camadas inferiores.
- Não sendo possível fazer o transporte logo após a colheita, os frutos/cachos devem ser armazenados em local fresco, bem arejado e seco, por no máximo 2 dias.
- Se o mercado exigir o fruto a granel por unidade, proceder à sua retirada do cacho com o auxílio de uma tesoura de poda, tomando o cuidado para não arrancar o pedúnculo e o cálice floral, estruturas que formam uma proteção natural contra a

entrada de fungos e bactérias, que deterioram a água.

- Providenciar para que os frutos cheguem ao distribuidor no prazo máximo de 3 dias, a contar da data da colheita.
- Evitar paradas longas e exposição da carga ao sol, realizando o transporte em horários de temperatura amena.
- No ponto de distribuição, armazenar em local arejado e seco.

Antes de serem transportados, os cachos devem passar por uma limpeza, com o objetivo de eliminar ramos florais e frutos que estejam fora do padrão. Para tanto, deve-se atentar para o tamanho do fruto e a presença de rachaduras ou danos causados por pragas, os quais ocorrem ainda na fase de formação de frutos, a exemplo daqueles decorrentes do ácaro-da-necrose (Figura 10).

Coco-seco

Depois da colheita, os frutos devem ser transportados para o local de armazenamento, para que possam ser descascados, selecionados, classificados e acondicionados, antes de serem comercializados. O descascamento dos frutos é normalmente realizado na própria fazenda, pelos chamados “descascadores”, os quais costumam ser remunerados por produção. Considera-se que, em média, um homem consiga descascar 1.500 frutos por dia. Esse tipo de mão de obra está muito escasso na Região Nordeste, a exemplo dos “subidores”.

Fotos: Carlos Martins



Figura 10. Frutos de coqueiro com danos ocasionados por ácaro-da-necrose (A), fumagina causada pelo ataque de pulgão (B) e por rachadura (C).

Depois de descascado, o coco-seco deve ser armazenado em local arejado e ventilado, para evitar a quebra do endocarpo do fruto submetido a altas temperaturas. Com relação ao transporte, devem ser observados os mesmos cuidados sugeridos para o coco-verde, evitando-se, assim, as perdas decorrentes de rachaduras de frutos, que ocorrem quando a carga é submetida a altas temperaturas. De acordo com informações prestadas por comerciantes responsáveis pelo transporte e pela distribuição desse produto, o coco-seco originário de cultivares híbridas, diferentemente do que ocorre com o fruto do coqueiro-gigante, é mais suscetível a esse tipo de perda, provavel-

mente em decorrência da baixa espessura do endocarpo.

Armazenamento

As transformações bioquímicas que ocorrem durante a pós-colheita são os principais fatores responsáveis pelas modificações nos atributos sensoriais e, por consequência, no tempo de vida de prateleira dos frutos (JACKSON et al., 2004). A qualidade do fruto é definida enquanto ele está ligado à planta-mãe, não sendo possível melhorá-la depois da colheita. Pode-se, no entanto, preservá-la por meio da adoção de técnicas de conservação.

O carregamento de coco-verde que chega ao distribuidor ou à unidade de processamento deverá passar por uma nova inspeção, para a retirada de frutos danificados por lesões físicas, distúrbios biológicos e fisiológicos. Os frutos sadios devem ser mantidos ainda nos cachos, em galpões telados, com boa ventilação, evitando-se a exposição aos raios solares e a temperaturas elevadas. No caso do coco-seco, devem ser eliminados aqueles que apresentam rachaduras ou que se encontram em estágio avançado de maturação e/ou iniciando a deterioração. O coco-seco em bom estado deve conter albúmen líquido facilmente perceptível pelo tom sonoro que vem do fruto quando ele é agitado. Devem ser descartados frutos germinados, muito pesados ou até mesmo aqueles que não apresentem sinais da presença da água de coco, conhecidos vulgarmente como “cocos-velados”.

Quando armazenados em temperatura ambiente acima de 20 °C, o coco-verde deve ser consumido ou processado no período máximo de 10 a 15 dias após a colheita. Em câmaras refrigeradas a 12 °C, esse período pode ser prolongado por mais 8 dias, depois do qual se iniciam os processos de deterioração que comprometem a qualidade sensorial, principalmente a redução da acidez da água (Assis et al., 2000; Ferreira et al., 2011).

O armazenamento refrigerado do coco pode resultar em danos ocasionados pelo frio, danos que normalmente dependem da temperatura utilizada, do tempo de exposição do fruto, do ponto de maturação e da cultivar. No coco-verde destinado ao con-

sumo in natura, os sintomas manifestam-se pelos amarelecimento e escurecimento da casca, em temperaturas abaixo de 12 °C (Assis et al., 2000; Aragão et al., 2002). Frutos expostos a temperaturas abaixo de 12 °C ou acima de 14 °C podem sofrer danos por *chilling* (danos pelo frio) ou de enrugamento pela perda de água (danos pelo calor).

O armazenamento dos frutos em atmosfera modificada também pode ser utilizado em casos específicos, cobertos com filme de PVC de 15 µm de espessura, a 12 °C. Nessas condições, os frutos podem suportar até 30 dias de conservação, diminuindo os efeitos negativos (*chilling*) do armazenamento em baixas temperaturas (Assis et al., 2000; Araujo, 2003; Aroucha et al., 2006; Ferreira et al., 2011).

Referências

- ARAGÃO, W. M.; CRUZ, E. M. O.; HELVÉCIO, J. S. Caracterização morfológica e química da água de coco de cultivares de coqueiro anão. **Agrotropica**, v. 13, n. 2, p. 49-58, 2001.
- ARAGÃO, W. M.; RAMOS, A. M.; HELVÉCIO, J. S. Caracterização morfológica e química da água de coco de cultivares de coqueiro. **Anais do Seminário de Pesquisa FAP-SE**, p. 18-20, 2003. Disponível em: <<http://www.fapitec.se.gov.br/sites/default/files/documentos/joao%20daltro/caracterizacoesmorfologica.pdf>>. Acesso em: 9 maio 2017.
- ARAGÃO, W. M.; RESENDE, J. M.; CRUZ, E. M. O.; REIS, C. S.; SAGGIN JUNIOR, O. J.; ALENCAR, J. A. de; MAREIRA, W. A.; PAULA, F. R. de; LIMA FILHO, J. M. P. Fruto do coqueiro para consumo natural. In: ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa, 2002. p. 19-25. (Série frutas do Brasil, 29).
- ARAGÃO, W. M.; RIBEIRO, F. E.; MELO, M. F. de V. Cultivares de coqueiro para a produção de coco seco: coqueiro gigante vs híbridos. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro**

gigante no nordeste do Brasil. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 37-60.

ARAUJO, M. V. **Ponto de colheita e armazenamento refrigerado de coco Anão verde (*Cocos nucifera* L.), sob atmosfera modificada.** 2003. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoro, Mossoro.

AROUCHE, E. M. M.; QUEIROZ, R. F.; NUNES, G. H. de S.; TOMAZ, H. V. de Q. Qualidade pós-colheita do coco Anão verde submetido ao recobrimento com parafina, durante armazenamento refrigerado. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 6, n. 2, p. 42-49, 2006.

AROUCHE, E. M. M.; SOUZA, C. L. M.; AROUCHE, M. C. M.; VIANNI, R. Características físicas e químicas da água de coco Anão-Verde e Anão- Vermelho em diferentes estádios de maturação. **Caatinga**, v. 18, n. 2, p. 82-87, 2005.

ASSIS, J. S. de; RESENDE, J. M.; SILVA, F. O. de; SANTOS, C. R. dos; NUNES, F. **Técnicas para colheita e pós-colheita de coco verde.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 6 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 95).

BENASSI, A. C.; RUGGIERO, C.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, J. A. A. Caracterização biométrica de coqueiro *Cocos nucifera* L. variedade Anã Verde, em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 302-307, 2007.

CARVALHO, J. M. de; MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M. de; MAIA JR., G. A. Água-de-coco: Propriedades nutricionais, funcionais e processamento. **Semina**, v. 27, n. 3, p. 437-452, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:** fisiologia e manuseio. Lavras: Esal/Faep, 2005. 782 p.

COCONUT: postharvest care and market preparation. East Coast Demerara: National Agricultural Research Institute, 2004. 18 p. (Technical bulletin, 27).

FERREIRA, J. M. S.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; MIRANDA, F. R. de; CINTRA, F. L. D.; BASTOS, E. A. Coco 'Anão'. **Informe Agropecuário**, v. 32, p. 1-12, set./out. 2011.

JACKSON, J. C.; GORDON, A.; WIZZARD, G.; MCCOOK, K.; ROLLE, R. Changes in chemical composition of coconut (*Cocos nucifera* L.) water during maturation of the fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 84, p. 1049-1052, 2004.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products.** New York: AVI, 1991. 532 p.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E.; SCARCELLI, A.; VIDA, J. B. Quality of coconut water 'in natura' belonging to green dwarf fruit variety in different stages of development, in plantation on the northwest area of Paraná, Brazil. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 6, n. 1, p. 90-93, 2008.

KWIATKOWSKI, A.; OLIVEIRA, D. M.; CLEMENTE, E. Atividade enzimática e parâmetros físico-químicos de água de cocos colhidos em diferentes estádios de desenvolvimento e estação climática. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 551-559, 2012.

MACIEL, V. T.; GOMES FILHO, E.; ALVES, R. E.; FARIAS, J. M.; SOUZA, H. U. Caracterização física dos frutos de seis cultivares de coqueiro Anão em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p. 395-398, 2009.

MARTINS, C. R.; JESUS JUNIOR, L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional:** panorama 2010. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 28 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 164).

RESENDE, J. M.; ASSIS, J. S. de; REIS, C. S.; ARAGÃO, W. M. Colheita e manuseio pós-colheita. In: ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco pós-colheita.** Brasília, DF: Embrapa, 2002. p. 35-41. (Série Frutas do Brasil, 29).

SILVA, D. L. V. da; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W. de; MACIEL, V. T.; FARIAS, J. M. de; AQUINO, A. R. L. de. Características físicas, físico-químicas e sensoriais da água de frutos de coqueiro anão verde oriundo de produção convencional e orgânica. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 4, p. 1079-1084, jul./ago. 2009.

TAVARES, M.; CAMPOS, N. C.; NAGATO, L. A.; LAMARDO, L. C. A.; INOMATA, E. J.; CARVALHO, M. F. A.; ARAGÃO, M. A. Estudo da composição química da água de coco-anão verde em diferentes estágios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1998, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1998. p. 1262-1265.

VIANA, F. M. P. **Informações tecnológicas para exportação do coco-verde livre da podridão-basal-pós-colheita.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 7 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular técnica, 32).

Capítulo 2

Coprodutos do coqueiro

Matéria-prima x sustentabilidade ambiental

Maria Urbana Corrêa Nunes

Introdução

O coqueiro é uma fonte natural de diversos produtos, como a água de coco, o albúmen sólido e o óleo para as indústrias de alimentos, cosméticos e fármacos. Usado nas indústrias de artesanato e construção civil, assim como na agricultura e no paisagismo, essa planta gera uma grande quantidade de casca, endocarpo, cachos e brácteas, paneiro e folhas senescentes, que podem ser considerados como coprodutos, pelo alto valor agregado que podem ter para diversas finalidades.

A produção anual brasileira de coco é de 1.962.434.000 frutos (IBGE, 2011). No período de 1980 a 2011, houve um aumento de 374%, equivalente a 1.437.557.000 frutos. Com base nesses dados, estima-se uma produção anual de 740.510.000 frutos de coqueiro-gigante, 122.192.000 frutos de coqueiro híbrido e 1.099.731.000 frutos de coqueiro-anão (coco-verde). Considerando, para a produção de coco-seco, os frutos do coqueiro-gigante e do coqueiro híbrido, alcança-se um total de 862.702.000 frutos.

Com um peso médio de casca (endocarpo) por fruto de 0,9 kg, tem-se uma produção estimada de 776.432.000 t de casca seca por ano. A produção de casca do coco-verde corresponde a 1.319.677.000 t por ano.

Considerando uma área colhida de 270.541 ha (IBGE, 2011), estimam-se 74.592 ha de coqueiro-anão, 13.163 ha de coqueiro híbrido e 15.486 ha de coqueiro-gigante. Com uma densidade média de 100 plantas por hectare de coqueiro-gigante, 205 plantas por hectare de coqueiro-anão e 160 plantas por hectare de coqueiro híbrido, considerando o peso médio de folha senescente igual a 2,45 kg e o de inflorescência de 1,00 kg, o Brasil tem um potencial de produção de 1.477.000 t por ano de folhas senescentes e raque de cacho com ramos florais. Entretanto, a maioria das cascas do coco-seco produzido no Brasil é incinerada nos locais onde se faz o descascamento dos frutos ou, então, é jogada no lixo, e 100% das cascas de coco-verde são descartadas nas praias e nos lixões. Dessa maneira, está sendo descartada uma quantidade significativa de um material de alto valor para a indústria e para a agricultura.

O fruto do coqueiro é constituído por casca, endocarpo e albúmen sólido, além de água. A casca é formada pelo exocarpo e pelo mesocarpo (Figura 1), sendo este último constituído pela fibra e pelo pó que une esse material fibroso. Entre os componentes do fruto do coqueiro, a casca do coco-seco representa aproximadamente 60% do peso do fruto, e a do coco-verde de 80% a 85%. O tamanho e o peso da casca variam conforme o sistema de produção, a varie-

dade e as condições de solo e clima da área de cultivo.

Foto: Maria Urbana Corrêa Nunes



Figura 1. Componentes do fruto do coqueiro.

Fibra e pó da casca de coco

A demanda mundial por fibra e pó da casca do coco-seco e do coco-verde está em plena ascensão, em razão do interesse de diversos países por produtos ecologicamente corretos, que não causem impacto ao meio ambiente, provenientes de fontes renováveis, biodegradáveis e de menor custo, e também por oferecerem diversas possibilidades de utilização.

A fibra, também denominada de “coir”, é o material fibroso que constitui o mesocarpo do fruto, enquanto o pó refere-se ao material de enchimento dos espaços entre as fibras. Atualmente, a fibra e o pó são os principais coprodutos do coqueiro.

Os processos industriais de desfibramento da casca diferem tanto em rendimento

quanto em tipo de produtos gerados, dependendo de seu objetivo. No processo industrial para a produção de fibra longa, a casca passa por esmagamento e lavagem e, em seguida, entra num desfibrador, do qual saem a fibra marrom longa (Figura 2), a fibra marrom curta (Figura 3) e o pó (Figura 4). A fibra longa passa pelo processo de penteamento, seguido pela secagem em estufa e pelo enfardamento. A fibra curta e o pó saem misturados do desfibrador e, em seguida, são separados por peneiramento. Em outro tipo de processo industrial, as fibras longas e curtas não são separadas pelo desfibrador, produzindo, assim, a fibra mista e o pó.



Figura 2. Fibra marrom longa.



Figura 3. Fibra marrom curta.

Foto: Maria Urbana Corrêa Nunes

Foto: Maria Urbana Corrêa Nunes

Foto: Maria Urbana Corrêa Nunes



Figura 4. Pó da casca de coco-seco.

O processo de desfibramento manual, de fibras brancas e marrons, por meio de maceramento natural, é muito usado na Índia. Consiste na embebição da casca do coco maduro em água, usando tanques cimentados ou lagoas, durante 4 a 12 meses. Na etapa final, as fibras são separadas pelo processo de batimento das cascas maceradas, com um bastão de madeira, sobre toras ou pedras, até desfazer-se a aderência das fibras. O maceramento em água é resultado da ação microbiana, principalmente da ação de bactérias e leveduras. A principal mudança nos tecidos durante o maceramento é a decomposição de substâncias pécicas, que mantêm as fibras unidas.

A qualidade da fibra depende da variedade cultivada, do processo de extração, do grau de maturação do fruto e das condições climáticas do local de cultivo. Essa qualidade é determinada principalmente pelas propriedades físicas, como diâmetro, comprimento, elasticidade e rigidez. A fibra é formada pelo seguinte complexo: celulose (33% a 43%), lignina (41% a 46%), hemicelulose (0,15% a 0,25%) e pectinas (2,75% a 4%). As pectinas são solúveis em água

quente. A lignina e a hemicelulose formam o material cimentante entre as células e aumentam em proporção direta à idade do fruto, enquanto as pectinas diminuem em proporção indireta.

Existem três tipos de fibra: fibra branca longa, fibra marrom longa e fibra marrom curta. A fibra branca é extraída da casca do coco-verde com 8 a 10 meses de idade; é mais fina, mais longa e mais macia do que a fibra marrom. Para produzi-la, as cascas são maceradas por embebição em água durante 9 a 11 meses.

A fibra marrom é extraída de cocos maduros com aproximadamente 12 meses de idade. Um terço do material fibroso é constituído de fibras longas, e dois terços, de fibras curtas. É produzida principalmente pelos seguintes países: Índia (120 mil toneladas por ano), Sri Lanka (73 mil toneladas por ano), Tailândia (15 mil toneladas por ano) e Filipinas (15 mil toneladas por ano). A Índia é o principal produtor de fibra branca. No Brasil, os principais produtores de fibra longa, fibra curta e pó são os estados de Sergipe e do Ceará, e de fibra mista, o Estado de Pernambuco. Toda a produção destina-se ao mercado interno. O aproveitamento industrial da casca de coco no Brasil ainda é baixo, embora esteja em crescimento.

Fibra de coco na indústria

Com o progresso dos conhecimentos técnico-científicos, a casca de coco, que antes era tratada apenas como lixo, passa a ter várias

utilidades, além de ser um material ecológico e facilmente reciclável. As características inerentes à fibra de coco, como resistência à tração, durabilidade, elasticidade, umidade e coloração uniforme, geram muitas possibilidades de utilização como matéria-prima natural para a indústria. Por ser um material lignocelulósico, caracteriza-se pelas suas elevadas dureza e durabilidade, atribuídas ao alto teor de lignina, quando comparada com outras fibras naturais (Silva, 2006).

A fibra pode ser extraída e convertida em grande diversidade de produtos. Na Índia, da fibra longa são produzidos fios, manualmente ou com a utilização de equipamento simples, os quais são exportados ou usados localmente para a fabricação de esteiras, cordas, tapetes e outros produtos.

A fibra marrom longa passa por diversos processos industriais, como lavagem, corte, estiramento, branqueamento e tintura, antes de ser usada na fabricação de produtos diversos, como escovas usadas no processo de beneficiamento de frutas, pincéis, vassouras, cordas, etc. A mais recente prova da versatilidade do produto, resultante da impregnação do látex, é a fibra emborrachada usada na manufatura de colchões de mola, no estofamento de carros, em almofadas, no para-sol de caminhão, em palmilhas para sapatos, entre outros usos. Graças a suas extraordinárias elasticidade e resistência, sua aplicação na indústria como material de acolchoamento parece ilimitada, sendo usada nas indústrias automobilísticas, de ar condicionado e de instalações acústicas. As fibras mistas (longas e curtas) têm várias utilidades: na fabricação

de placas usadas como isolante térmico e acústico, de placas de conglomerados, em estofamento de banco de carro (Figura 5) e de cadeiras para escritório, entre outras. A fibra curta é também utilizada na fabricação de esponjas (Figura 6) e tapetes. A alta resistência à decomposição pela água ou pela ação bacteriana, adicionada à facilidade de impregnação com alcatrão ou produto similar, aumentando sua flexibilidade, torna a fibra um material apropriado à proteção de tubos e cabos subterrâneos.



Figura 5. Estofamento de carro feito com fibra da casca de coco-seco.



Figura 6. Esponjas de fibra de coco-seco.

O alto conteúdo de lignina na fibra torna o produto indicado também para a manufatura de plástico e a produção de substâncias usadas como adesivos e emul-

Foto: Maria Urbana Corrêa Nunes

Foto: Maria Urbana Corrêa Nunes

sificantes. Estudos com blendas contendo lignina ou derivados têm mostrado que, em alguns casos, as propriedades mecânicas e/ou térmicas do material polimérico são melhoradas com a adição de fibra de coco (Van Dam et al., 2004).

A fibra do coco está sendo utilizada na composição de novos materiais (bicompostos) com polímeros, como polietileno, poliéster e polipropileno. O uso dessa fibra é importante por ser um processo barato, que utiliza resíduo de fonte natural e renovável, em comparação com as fibras sintéticas, além de agir como um componente reforçador da matriz dos polímeros, alterando as propriedades mecânicas desses compostos, tais como resistência, tração e elongação na ruptura (Ishizaki et al., 2006).

A fibra do coco-verde apresenta propriedades térmicas e mecânicas similares às propriedades das fibras do coco-seco, demonstrando, portanto, um potencial equivalente para ser utilizada como reforço em compósitos com polímeros naturais e sintéticos (Corradini et al., 2009). O uso da casca de coco como material adsorvente é um dos principais focos de estudo sobre a aplicação da biomassa na descontaminação de efluentes líquidos por metais pesados, gerados pelas indústrias químicas (Magalhães; Neves, 2011).

A fibra da casca de coco é bastante utilizada em processos de adsorção. Em alguns trabalhos, a biomassa é usada como material principal no processo de adsorção e, em outras, é usada para potencializar a capacidade de adsorção de outros materiais. Uma

pesquisa sobre a imobilização da enzima lactase por adsorção pela casca de coco-verde, e sua posterior aplicação na degradação de corantes despejados em efluentes, por indústrias têxteis, mostrou que esse é um procedimento barato e perfeitamente viável para o objetivo proposto, já que, entre as técnicas de imobilização de enzimas, a adsorção física baseada na bioafinidade dos materiais é um processo simples, que dispensa posterior tratamento do biossorbente, o qual, por sua vez, ainda pode ser reutilizado depois da dessorção da enzima desativada (Cristovão et al., 2011). As características desse resíduo abrem ainda possibilidades de uso na área de biorremediação de solos (Pino et al., 2006), como substrato para cama de animais de laboratório (Farias et al., 2005), ou, então, pode ser utilizado para a fabricação de painéis do tipo *medium density fiberboard* (MDF).

Outra oportunidade importante de agregação de valor está relacionada ao líquido da casca de coco-verde (LCCV), que é gerado durante a prensagem da casca. O LCCV apresenta um conteúdo de polifenóis, açúcares e potássio que vem estimulando pesquisas com o intuito de avaliar seu uso em aplicações de alto valor agregado. Os estudos abordam o seu potencial como fonte de taninos para a formulação de resinas fenólicas e para fins fitoterápicos; como fonte de açúcar em processos fermentativos e geração de biogás; e como fonte de potássio na fertilização de cultivos agrícolas (Rosa et al., 2009). A adsorção é uma das técnicas mais empregadas no tratamento de efluentes industriais, apre-

sentando custos moderados, tempo de processamento relativamente baixo, além da possibilidade de recuperação da água para reaproveitamento no processo industrial. O carvão ativado (granulado ou em pó) é um dos adsorventes mais usados na atualidade em processos de remoção de compostos orgânicos, tanto em fase líquida quanto gasosa. Entretanto, o uso desses adsorventes é normalmente limitado em virtude do alto custo. Albuquerque Junior (2002), em estudo de equilíbrio de adsorção, concluiu que o carvão ativado (feito com o mesocarpo de coco-verde) apresentou boa capacidade adsorviva, sendo um potencial adsorvente, de baixo custo, além de ser uma matéria-prima abundante e renovável.

Fibra de coco na construção civil

A necessidade de preservação ambiental e a tendência de escassez dos recursos naturais como matéria-prima para a construção levam a construção civil a adquirir novos conceitos, buscando soluções técnicas que visem à sustentabilidade de suas ações. Assim, o uso da fibra de coco na construção civil pode significar grande possibilidade de avanço na questão habitacional. Nesse sentido, a pesquisa científica é primordial para a geração de novos produtos, como o tijolo ecológico, lançado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa). Nessa tecnologia, utilizam-se cascas de coco, de castanha-do-pará e de tucumã, descartadas durante o processamento, com resina fenólica,

em substituição à argila, e sem cimento. Apresenta ainda uma vantagem ecológica, que é a de não precisar passar por fornos, evitando, assim, o corte de árvores para tal fim (Ecomapa, 2013).

O desenvolvimento de pesquisas sobre fibrocimento ou fibroconcreto tem sido motivado pela crise energética mundial, pelo fato de que, para a fabricação de cimento, a demanda de energia é menor do que a exigida para a fabricação de plásticos e aço. A incorporação das fibras de coco em matriz de papel reciclado para a produção de compósito, depois da impermeabilização com cimento asfáltico, viabilizou a geração de um novo produto denominado “telha ecológica” (Passos, 2005). Vários estudos foram realizados visando à incorporação de fibras de coco ao cimento. Paramasivam et al. (1984), ao pesquisarem as características de placas corrugadas de fibrocimento, usando fibras de coco, concluíram que a eficiência das placas obtidas foi semelhante àquela obtida com asbesto.

As fibras do mesocarpo do coco-seco estão sendo empregadas na construção civil para unir e colar placas de gesso nas mais diversas aplicações (como forros e rebaixamento de teto), com ótimos resultados quanto à durabilidade e à segurança, além da facilidade de aplicação.

O endocarpo do coco está sendo usado na fabricação de placas para revestimento de paredes, com durabilidade e efeito estético equivalente ao revestimento sintético.

Geração de energia por meio da casca de coco

A casca do coco pode ser transformada em briquetes de alto valor calorífico para a geração de energia, como fonte alternativa de combustível, em substituição a outras fontes vegetais tradicionais altamente exploradas, e que precisam ser preservadas, como o carvão vegetal e a lenha.

Esse briquete é considerado como lenha ou carvão ecológico de alta qualidade, produzido por compressão térmica, com alta compactação de resíduos lignocelulósicos, sob pressão e temperaturas elevadas (Biomax, 2007), e dispensando o uso de aglomerantes adicionais, como resinas e ceras (Biomachine, 2007).

O brinquete de casca de coco rende um valor calórico entre $3.200 \text{ kcal kg}^{-1}$ e $4.000 \text{ kcal kg}^{-1}$, de acordo com a qualidade da casca, e pode ser usado em unidades industriais que exigem alto consumo de energia, bem como podem ser estocados e vendidos por preços competitivos com o carvão vegetal. O uso da casca para essa finalidade contribui para a prevenção do desmatamento irracional de matas e florestas.

Fibra de coco na proteção do solo e na recuperação de áreas degradadas

O fenômeno da erosão é o processo de desagregação e arraste acelerado das partícu-

las do solo, causado pela água e pelo vento, e intensificado quando da interferência inapropriada da ação antrópica. Os processos erosivos são causados por forças ativas, relacionadas com as chuvas, a declividade do terreno e a capacidade de absorção de água do solo, e por forças passivas, como a resistência que exerce o solo à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal (Bertoni; Lombardi Neto, 2010). Nos últimos anos, tem-se observado uma aceleração de tais processos, por conta, principalmente, da maior atuação do homem no meio ambiente, em virtude da pressão demográfica atrelada ao avanço tecnológico, que permite modificar o ambiente cada vez mais (Furtado et al., 2006).

A ausência ou mesmo o manejo inadequado da vegetação de uma determinada área deixa-a exposta aos processos erosivos. Depois de um longo período de precipitação, acaba-se gerando um fluxo de sedimentos que podem originar sulcos, e se tal processo for contínuo e provocar um incessante aprofundamento do solo, pode-se chegar ao nível de uma voçoroca, forma de erosão mais severa (Macedo, 1998). Diversas medidas de prevenção e correção desenvolvidas podem ser utilizadas na recuperação de áreas que passaram por processos erosivos. Em áreas propensas ao voçorocamento, práticas que utilizem técnicas de natureza mecânica, física e edáfica que aumentem a infiltração do excesso do fluxo hídrico e contribuam para retenção da água por meio do uso adequado do solo são fundamentais para diminuir o potencial erosivo da chuva e de outros elementos

causadores dos processos erosivos (Nardin et al., 2010).

Uma prática que tem apresentado resultados positivos na prevenção e/ou correção do processo erosivo, promovendo a revegetação das áreas degradadas, é o uso de biomantas feitas com a fibra da casca de coco-seco (fibra marrom) e do coco-verde (fibra branca). Essa fibra, tecida em forma de manta, tem sido usada com grande sucesso em superfícies com declive acentuado ou de ressecamento rápido, sujeitas a erosão, a exemplo dos taludes nas margens de rodovias e ferrovias, em parques urbanos, em áreas de reflorestamento (Nunes, 2002), em áreas de extração de argila, e até mesmo como cobertura do solo na área de coroa-mento de plantas perenes, como *mulching*. Esse material, de lenta decomposição, protege o solo da insolação direta, diminui a evaporação, aumenta a retenção de umidade, reduz o carreamento de sedimentos para os cursos d'água, permite o plantio em épocas de estiagem, protege e aumenta a atividade microbiana do solo e, consequentemente, cria condições favoráveis ao desenvolvimento vegetal. Além disso, contribui para a manutenção dos nutrientes no solo, acelera o processo de revegetação e impede a erosão eólica, além de proteger margens de cursos d'água, reservatórios e canais de drenagem (Deflor, 2006).

As mantas podem trazer sementes de gramíneas incorporadas às fibras, as quais germinarão tão logo sejam fixadas no solo e regadas regularmente. Existem também redes orgânicas tecidas com fibra de coco,

em cujas malhas se faz o plantio da espécie vegetal desejada.

Pó da casca de coco com fonte natural de nutrientes

Todos os processos de desfibramento da casa de coco, tanto do coco-seco quanto do coco-verde, geram pó em grande quantidade.

As propriedades físicas e químicas do pó da casca de coco podem variar de acordo com a variedade, a adubação usada durante o cultivo e o processo industrial de desfibramento. Geralmente, é um material com baixa densidade aparente (inferior a $0,09 \text{ g cm}^{-3}$), elevada porosidade total (acima de 94%) e alta capacidade de retenção de água (normalmente sua capacidade de absorção de água corresponde a oito vezes o seu peso). A condutividade elétrica varia de $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ a $6,0 \text{ dS m}^{-1}$; a capacidade de troca de cátions, de 30 m.e. 100 g^{-1} a 95 m. e. 100 g^{-1} ; a relação C/N, de 74 a 188; o pH, de 4,9 a 6,0; e a matéria orgânica, de 91% a 95%.

Como fonte natural de nutrientes, no pó da casca de coco-seco destaca-se o macronutriente potássio, do qual apresenta um teor significativo e que diminui significativamente com a lavagem, como constatado em amostras coletadas no Estado de Sergipe, cujo teor de K, de $13,16 \text{ g kg}^{-1}$ em amostras sem lavagem, reduziu para $3,12 \text{ g kg}^{-1}$ após a lavagem. É também fonte de micronutrientes, principalmente de Fe.

O teor de N amoniacal varia de $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ a $0,3 \text{ mg kg}^{-1}$; de P, de 4 mg kg^{-1} a 28 mg kg^{-1} ; de Ca, de 26 mg kg^{-1} a 45 mg kg^{-1} ; de Mg, de $4,8 \text{ mg kg}^{-1}$ a 42 mg kg^{-1} ; e de N total, de 4 g kg^{-1} a 6 g kg^{-1} . O teor de tanino varia em torno de 8%. Uma amostra de pó de coco-seco coletada em Sergipe apresentou a seguinte composição química: $4,4 \text{ g kg}^{-1}$ de nitrogênio; $0,52 \text{ g kg}^{-1}$ de fósforo; $13,16 \text{ g kg}^{-1}$ de potássio; $1,20 \text{ g kg}^{-1}$ de sódio; $3,04 \text{ g kg}^{-1}$ de cálcio; $1,69 \text{ g kg}^{-1}$ de magnésio; $0,79 \text{ g kg}^{-1}$ de enxofre; $26,37 \text{ mg kg}^{-1}$ de manganês; $19,06 \text{ mg kg}^{-1}$ de zinco; $1.479,64 \text{ mg kg}^{-1}$ de ferro; e $27,44 \text{ mg kg}^{-1}$ de cobre. Essa composição pode variar conforme a origem da amostra.

Pó da casca de coco como matéria-prima para substratos

Entende-se como “substrato para plantas” o meio no qual se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo *in situ*. Sua função principal é dar suporte às plantas e regular a disponibilidade de nutrientes e água (Fermino, 1996; Fonteno, 1996; Kämpf, 2000; Röber, 2000). As características físicas do pó da casca de coco-seco ou de coco-verde fazem dele um excelente substituto da turfa de *Sphagnum*, encontrada no Norte da Europa e na América do Norte (Bezerra; Rosa, 2002). Segundo Carlile (1999), o fato de as turfeiras serem habitat natural de espécies de plantas carnívoras e alguns invertebrados, e de atuarem como “arquivo” arqueológico e reservatório de carbono na forma orgânica, vem sendo usa-

do como argumento por grupos de defesa ambiental da Grã-Bretanha, da Alemanha e da Itália, em campanhas contra a sua exploração. Embora haja argumentações contrárias, que sustentam a viabilidade do manejo racional de terras turfosas para a produção de turfa industrializada, é consenso mundial a preferência por alternativas que não causem impacto negativo ao meio ambiente, como o pó da casca de coco.

São várias as qualidades desse pó que o tornam altamente recomendável como substituto da turfa, a saber: a) fonte renovável sem riscos ecológicos; b) decomposição mais lenta; c) ausência de ervas daninhas e microrganismos fitopatogênicos; d) maior elasticidade; e) excelente drenagem; f) alta capacidade de retenção de água; g) valores satisfatórios de pH e troca de cátions; e h) maior facilidade de absorção de água e nutrientes, com disponibilidade lenta para as plantas, o que contribui para reduzir a lixiviação de nutrientes do substrato.

Uma característica importante no substrato é a condutividade elétrica que, no pó, é naturalmente alta. A redução do teor de sais no pó e na fibra é obtida por meio da lavagem em água corrente. É evidente que a lavagem, necessária à remoção dos sais solúveis, diminui também os teores de potássio e tanino. A lavagem deve ser feita com água limpa e sem excesso de sais, e em tempo suficiente para reduzir a condutividade elétrica a um nível adequado para o substrato a ser formulado com esse material. De modo geral, a condutividade

elétrica dos substratos deve estar abaixo de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$.

O valor do pó de casca de coco para substrato está, principalmente, nas suas propriedades físicas e no alto potencial como enraizador de plantas, conforme constatado por Nunes (2002), possibilitando também a redução de custos da produção de mudas de tomateiro em até de 47% (Silveira, 2002). Proporciona também melhor desenvolvimento de mudas, a exemplo das mudas de alface 'Babá de Verão', produzidas com o substrato formulado com o pó de coco mais esterco de galinha 2:1, que apresentaram os melhores resultados quanto ao índice de área foliar, à matéria fresca da parte aérea e à altura de plantas (Oliveira et al., 2007).

Coprodutos do coqueiro para a produção de adubo orgânico

Os coprodutos do coqueiro (cascas, cachos, brácteas, paneiro e folhas senescentes) atualmente são descartados, em sua maioria, como lixo poluidor do meio ambiente, tanto em áreas do meio rural quanto nas cidades. Entretanto, constituem excelentes matérias-primas para a produção de adubo orgânico, por meio do processo de compostagem aeróbica. O uso de adubos orgânicos para adubação poderá gerar impacto significativo no sistema de produção de muitas espécies vegetais, graças às diversas vantagens da adubação orgânica na melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

A compostagem é uma técnica que foi idealizada para se obter, mais rapidamente e em melhores condições, a estabilização da matéria orgânica. É um processo controlado de decomposição microbiana de uma massa heterogênea de resíduos no estado sólido e úmido. Sua finalidade é obter, no mais curto espaço de tempo, a estabilização ou a humificação da matéria orgânica que, na natureza, se dá em tempo indeterminado (Kiehl, 1985). Nesse processo, não pode haver moscas nem mau cheiro. Durante todo o processo, é necessário fazer o controle de fatores que interferem na fermentação, como a temperatura, a umidade e a aeração no interior da leira.

A tecnologia de aproveitamento dos resíduos do coqueiro gera impacto social por constituir uma nova fonte de emprego e renda, desde a fase de coleta até a sua utilização na agricultura, e poderá contribuir com a saúde pública pela redução dos focos de multiplicação de insetos-vetores de doenças. Certamente, tem grande valor para a preservação ambiental, tanto pela utilização de matéria-prima infinita e renovável, quanto pela redução da poluição atmosférica oriunda da queima desses resíduos e a redução do volume de lixo depositado no meio ambiente.

O processo de transformação desses resíduos/coprodutos em adubo orgânico passa por diversas etapas: coleta, trituração, lavagem, hidrolisação ácida, inoculação com acelerador biológico e fermentação aeróbica em pilhas de compostagem. Esse processo foi desenvolvido no período de 2002 a 2006, pela Embrapa Tabuleiros

Costeiros, em Aracaju, SE (Nunes, 2007). A trituração é feita em trituradores especiais para casca e para folhas com alta resistência a impacto.

A casca triturada passa por hidrolisação ácida (ácido fosfórico: 3 L de ácido: 1.000 L de água não clorada para 10 t de casca triturada) e inoculação, com o acelerador biológico Nutri-Húmus. Em seguida, é submetida ao processo de compostagem aeróbica, em leiras com dimensões de 3,0 m de largura x 1,2 m a 1,4 m de altura e comprimento variável. A leira de compostagem aeróbica é montada com a casca triturada mais esterco fresco de bovino, na proporção de 2:1. Para a inoculação da casca triturada, prepara-se o inóculo com 400 L de água não clorada, 1.000 mL do acelerador, mais 2 kg de açúcar cristal e 800 g de leite em pó desnatado. Homogeneizar bem e deixar fermentar durante 72 horas. Adicionar mais 1.600 L de água não clorada, resultando em 2.000 L de inóculo, quantidade suficiente para se aplicar em 10 t de casca triturada, por meio de pulverização. A adição de folhas e cachos do coqueiro, triturados e em quantidade equivalente a 30% a 40% do volume da leira, facilita o processo de biodegradação.

Esse processo viabiliza a biodegradação da casca de coco-seco em no máximo 150 dias – enquanto, na natureza, são necessários de 8 a 10 anos para se decompor –, gerando produto de excelente qualidade como adubo orgânico.

O composto orgânico resultante da compostagem, rico em matéria orgânica e com

teor significativo de nutrientes, pode ser usado em adubação de diversas espécies vegetais, como coqueiro, cítrus, hortaliças, plantas medicinais e plantas ornamentais, a exemplo de alface orgânica, mudas de alface e mudas de cítrus.

Compostagem laminar usando os coprodutos do coqueiro

A compostagem laminar foi inspirada no processo natural que ocorre nas florestas. Todo o processo fermentativo é aeróbico, em ambiente propício ao desenvolvimento da macrofauna do solo, como colembolas e minhocas, e da microfauna, a exemplo de fungos, bactérias e actinomicetos. É semelhante ao que ocorre na liteira das matas, onde há três camadas: a) camada superficial de resíduos depositados recentemente, denominada “matéria orgânica crua”, com características originais bem definidas; b) camada intermediária, denominada “camada de fermentação”, em que a matéria-prima está sendo atacada por microrganismos e insetos, apresentando sinais de desintegração física e decomposição química, cheiro de mofo, coloração escura e com brilho, micélios de fungos e actinomicetos na forma de filamentos e pó de coloração branca; e c) camada que está em contato direto com o solo, correspondente ao material decomposto, que perdeu totalmente suas características originais, apresentando coloração escura, cheiro de terra, fração coloidal e massa homogênea, denominada “húmus” (Kiehl, 1985).

Na compostagem laminar montada com resíduos/coprodutos do coqueiro, inicialmente não há distinção de camadas como ocorre na liteira, mas, durante o processo de fermentação, a camada em contato com o solo humifica primeiro e, em seguida, as camadas intermediária e superficial, uma vez que não há reviramento manual. Essa prática é processa a céu aberto, diretamente no local onde será incorporada a matéria orgânica bioestabilizada ou humificada. As lâminas são formadas por camadas alternadas de esterco sem curtir, casca de coco triturada, esterco, folhas e cachos de coco triturados e casca de coco triturada. Depois de montada a compostagem laminar, ela não é mais revirada. O reviramento é feito por insetos e minhocas, e o tempo para atingir a fase de bioestabilização ou humificação dependerá das condições de umidade na lâmina, da temperatura ambiente, do tamanho dos resíduos utilizados e do desenvolvimento de organismos no interior das camadas de resíduos. Estará totalmente decomposta quando a camada superficial estiver completamente desintegrada e todas as camadas com aspecto homogêneo, de coloração escura e com cheiro de terra, o que normalmente ocorre em torno de 6 a 12 meses (Nunes, 2011).

A compostagem laminar apresenta diversas vantagens: a) mantém o solo protegido da ação direta dos raios solares e do impacto da chuva; b) melhora as condições de desenvolvimento do sistema radicular e, consequentemente, de absorção de água e nutrientes pelo coqueiro; c) melhora as condições físicas, biológicas e químicas do

solo; d) minimiza o desenvolvimento de plantas espontâneas; e) reduz as perdas de água por evaporação; e f) economiza mão de obra, por dispensar o reviramento e o transporte do composto pronto para o local de utilização (Nunes, 2011).

Artesanato

O endocarpo da casca de coco, conhecido popularmente como “quenga”, é amplamente usado na fabricação de bijuterias, bolsas, botões e artesanatos em geral. O “paneiro” ou parte fibrosa que se forma no caule junto à base da folha do coqueiro (Figura 7) constitui matéria-prima de grande importância na confecção de tecidos, abajures e luminárias, entre outros produtos.

Atualmente, no Estado de Sergipe, tem aumentado o uso da casca do coco-seco sem desfibramento para a fabricação de vasos para o cultivo de plantas e painéis de suporte de plantas ornamentais, diferentemente daqueles feitos com a fibra obtida do desfibramento da casca, amplamente comercializados no Brasil.



Foto: Maria Urbana Corrêa Nunes

Figura 7. Paneiro em planta de coqueiro-gigante. Pirambu, SE, 2012.

Referências

- ALBUQUERQUE JUNIOR, E. C. de. **Carvão ativado do mesocarpo do coco verde – produção, otimização e aplicação na adsorção do corante Remazol black B**. 2002. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 7. ed. São Paulo: Ícone, 2010. 355 p.
- BEZERRA, F. C.; ROSA, M. F. Pó da casca de coco verde como substrato para plantas. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: IAC, 2002. p. 94. (IAC. Documentos, 70).
- BIOMACHINE. **Briquetes**. 2007. Disponível em: <<http://www.biomachine.com.br/biomachine.asp>>. Acesso em: 6 mar. 2013.
- BIOMAX. **O briquete - alternativa energética**. 2007. Disponível em: <<http://www.biomaxind.com.br/site/br/briquete.html>>. Acesso em: 6 mar. 2013.
- CARLILE, W. R. The effects of the environment lobby on the selection and use of growing media. **Acta Horticulturae**, n. 481, v. 2, p. 587-596, 1999.
- CORRADINI, E.; ROSA, M. de F.; MACEDO, B. P. de; PALADIN, P. D.; MATTOSO, L. H. C. Composição química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos de cultivares de coco verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 837-846, 2009.
- CRISTOVÃO, R. O.; TAVARES, A. P. M.; BRÍGIDA, A. I.; LOUREIRO, J. M.; BOAVENTURA, R. A. R.; MACEDO, E. A.; COELHO, M. A. Z. Immobilization of commercial laccase onto green coconut fiber by adsorption and its application for reactive textile dyes degradation. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v. 72, n. 1-2, p. 6-12, 2011.
- ECOMAPA. **Iberê Thenório/ Globo Amazônia**. Disponível em: <<http://www.ecomapa.com.br/blog/ler.asp?cod=13>>. Acesso em: 5 mar. 2013.
- FARIAS, G. B.; SILVA, W. A. G.; ALBANO, C. G. Diversidade de aves em áreas prioritárias para conservação da Caatinga. In: ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. (Org.). **Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga**: suporte e estratégias regionais de conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 203-226.
- FERMINO, M. H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FONTENO, W. C. Growing media: types and physical/chemical properties. In: REED, D. W. (Ed.). **A growers guide to water, media, and nutrition for greenhouse crops**. Batavia: Bull, 1996. p. 93-122.
- FURTADO, M. S.; RIBEIRO, F. V.; SOUSA, U. D. V.; MENDONÇA, J. K. S.; GUERRA, A. J. T. Processo de recuperação da voçoroca do Sacavém, São Luís – MA. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., Goiânia, 2006. **Anais...** Goiânia: International Association of Geomorphologists, 2006. Disponível em: <<http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/sinago/articles/341.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2017.
- IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, 2011.
- ISHIZAKI, M. H.; VISCONTE, L. L. Y.; FURTADO, C. R. G.; LEITE, M. C. A. M.; LEBLANC, J. L. Caracterização mecânica e morfológica de compósitos de polipropileno e fibras de coco verde: influência no teor de fibra e das condições de mistura. **Polímeros**, v. 16, n. 3, p. 182-186, 2006.
- KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A. N. (Coord.). **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 45-73.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- MACEDO, J. R. **Revegetação da área de contribuição e estabilização de voçorocas através de práticas mecânicas e vegetativas**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPq, 1998. 6 p. (Embrapa-CNPq. Pesquisa em andamento, 9).
- MAGALHÃES, V. H. P. de; NEVES, M. A. F. e S. Utilização do pericarpo de coco verde (*Cocos nucifera* L. - Arecaceae) para a remoção de íons cromo (VI) em soluções aquosas. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 1/2, p. 10-16, 2011.
- NARDIN, C. F.; SILVA, A. H. da; PEREIRA JÚNIOR, R. A.; RODRIGUES, S. C. Uso de medida física para recuperação de áreas degradadas em ambiente de cerrado. Resultado para o uso de barreiras com material de baixo custo na recuperação de voçorocas. **Revista de Geografia**, v. especial, n. 2, p. 177-189, set. 2010.
- NUNES, M. U. C. Aproveitamento de Resíduo de Coqueiro. In: TOFANELLI, M. B. D.; SILVA, T. O. da. **Manejo ecológico e conservação dos solos e da água no Estado de Sergipe**. São Cristóvão: Ed. da UFS, 2011. p. 315-329.

NUNES, M. U. C. Fibra e pó da casca de coco: produtos de grande importância para a indústria e a agricultura. In: ARAGÃO, W. M. (Ed.). **Coco: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. p. 66-75. (Frutas do Brasil, 29).

NUNES, M. U. C.; SANTOS, J. R.; SANTOS, T. C. **Tecnologia para biodegradação da casca de coco seco e de outros resíduos do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 5 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 46).

OLIVEIRA, L. M. de; NUNES, M. U. C.; NASCIMENTO, C. F. B.; MOREIRA, M. A.; VIÉGAS, P. R. A.; PEDROTTI, A.; SANTOS, J. R. Comportamento de mudas de alface cv. Baba de verão, cultivadas em diferentes combinações de substratos orgânicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CUCURBITÁCEAS, 4., 2007, Porto Seguro. **Resumos expandidos...** Porto Seguro: Associação Brasileira de Horticultura, 2007. p. 58.

PARAMASIVAM, P.; NATHAN, G. K.; DAS GUPTA, N. C. Coconut fibre reinforced corrugated slabs. **International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete**, v. 6, n. 1, p. 19-27, Feb. 1984.

PASSOS, P. R. A. **Destinação sustentável de cascas do coco (*Cocos nucifera*) verde**: obtenção de telhas e chapas de partículas. 2005. 185 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PINO, G. H.; MESQUITA, L. M. S. de; TOREM, M. L.; PINTO, G. A. S. Biosorption of cadmium by green

coconut shell powder. **Minerals Engineering**, v. 19, n. 5, p. 380-387, Apr. 2006.

RÖBER, R. Substratos horticolas: possibilidades e limites de sua composição e uso; exemplos da pesquisa, da indústria e do consumo. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 209-215.

ROSA, M. de F.; MEDEIROS, E. S.; IMAM, S. H.; MALMONGE, J. A.; MATTOSO, L. H. C. Nanocompósitos de borracha natural reforçados com nanowhiskers de fibra de coco imaturo. In: WORKSHOP DE REDE DE NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO, 5., 2009, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. p. 222-224.

SILVA, R. V.; SPINELLI, D.; BOSE FILHO, W. W.; CLARO NETO, S.; CHIERICE, G. O.; TARPANI, J. R. Fracture toughness of natural fibers/castor oil polyurethane composites. **Composites Science Technology**, v. 66, n. 10, p. 1328-1335, 2006.

SILVEIRA, E. B. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.

SOLUÇÕES ambientais definitivas. Belo Horizonte: Deflor Soluções Ambientais, 2006. 34 p. Catálogo de produtos e serviços.

VAN DAM, J. E. G.; VAN DEN OEVER, M. J. A.; KEIJERS, W. E. R. P.; PERALTA, A. G. Process for production of high density/high performance binderless boards from whole coconut husk: Part 1: Lignin as intrinsic thermosetting binder resin. **Industrial Crops and Products**, v. 19, n. 3, p. 207-216, May 2004.

Impressão e acabamento
Embrapa

*O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação
do Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.*



Tabuleiros Costeiros

O coqueiro é uma palmeira de suma importância socioeconômica para o Brasil, por sua versatilidade nas múltiplas aplicações de seus produtos e subprodutos, razão pela qual é mundialmente conhecido como “a árvore da vida”. Essa palmácea traz benefícios aos diversos agentes econômicos envolvidos na cadeia produtiva, traduzidos em geração de renda e emprego, além de divisas para os estados produtores e para País.

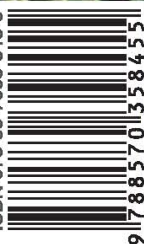
A cultura do coqueiro no Brasil é fundamental como subsídio para orientar o setor agrícola, pela relevância do seu conteúdo informativo o qual discorre sobre a cultura do coqueiro no País e no mundo. Direcionada a produtores rurais, empresários da agroindústria, pesquisadores, professores universitários, extensionistas e estudantes, esta obra trata de vários aspectos da cocoicultura, como: origem, distribuição, morfologia, adaptação, variedades, clima, solos, necessidades hídricas e nutricionais, tratos culturais, manejo de pragas e doenças, cuidados na colheita e na pós-colheita e aspectos econômicos. Tudo isso é resultado do esforço e da dedicação da equipe de pesquisadores da Embrapa e de instituições parceiras de reconhecido mérito no Brasil e no exterior.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



ISBN 978-85-7035-845-5



9 788570 358455

CGPE 14788