

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



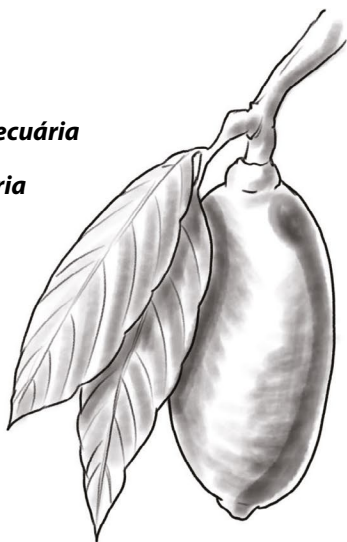
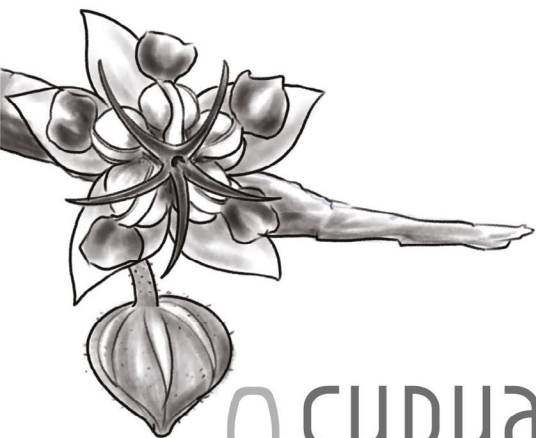
cupuaçuzeiro na Amazônia

Ciência, tecnologia e produção

*Ruth Linda Benchimol
Carina Melo da Silva
Bernardo do Vale Araújo Melo*
Editores técnicos

Embrapa

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura e Pecuária**



O cupuaçuzeiro na Amazônia

Ciência, tecnologia e produção

*Ruth Linda Benchimol
Carina Melo da Silva
Bernardo do Vale Araújo Melo
Editores técnicos*

Embrapa
Brasília, DF
2025



Embrapa

Parque Estação Biológica
Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Responsável pelo conteúdo e pela editoração

Embrapa Amazônia Oriental
Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
66095-903 Belém, PA
www.embrapa.br/amazonia-oriental

Comitê Local de Publicações

Presidente

Bruno Giovany de Maria

Secretária-executiva

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Membros

Alexandre Mehl Lunz, Andréa Liliane Pereira da Silva, Anna Christina Monteiro Roffé Borges, Gladys Beatriz Martinez, Laura Figueiredo Abreu, Patricia de Paula Ledoux Ruy de Souza, Vitor Trindade Lôbo, Walnice Maria Oliveira do Nascimento

Edição executiva e revisão de texto

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica

Andréa Liliane Pereira da Silva

Projeto gráfico e diagramação

Vitor Trindade Lôbo

1ª edição

Publicação digital (2025): PDF

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 Amazônia Oriental

O cupuaçuzeiro na Amazônia : ciência, tecnologia e produção / Ruth Linda Benchimol, Carina Melo da Silva, Bernardo do Vale Araújo Melo, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2025.
PDF (147 p.) : il. color.

ISBN 978-65-5467-090-6

1. Cupuaçu. 2. *Theobroma grandiflorum*. 3. Melhoramento genético vegetal. 4. Cultura. 5. Doença de planta. 6. Polinização.

CDD (21. ed.) 634.65

Autores

Alfredo Kingo Oyama Homma

Engenheiro-agrônomo, doutor em Economia Rural, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Bernardo do Vale Araújo Melo

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, Viçosa, MG

Carina Melo da Silva

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, professora na Universidade Federal do Pará, Belém, PA

Carlos Rogério de Souza Silva

Bacharel em Ciências Biológicas, doutor em Ciências, pesquisador da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), Belém, PA

Giorgini Augusto Venturieri (in memoriam)

Engenheiro-agrônomo, doutor em Botânica Agrícola, professor aposentado da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC

Gisalda Carvalho Filgueiras

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências Agrárias, professora da Universidade Federal do Pará, Belém, PA

José Edmar Urano de Carvalho

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Márcia Motta Maués

Bacharel em Ciências Biológicas, doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Rafael Moysés Alves

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Ruth Linda Benchimol

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências Biológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Walnice Maria Oliveira do Nascimento

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

Apresentação

A Embrapa Amazônia Oriental, unidade descentralizada ecorregional da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), tem como missão viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agropecuária, agroindústria e floresta e contribuir para a conservação, o manejo e o uso sustentável do capital natural da Amazônia Oriental, em benefício da sociedade local e brasileira, tendo a bioeconomia como força motriz dessas ações.

Entre os desafios tecnológicos da Embrapa Amazônia Oriental está a geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias para promoção de inovações e gestão sustentável de recursos naturais visando a agregação de valor da biodiversidade da região da Amazônia Oriental do País. Ao longo da sua atuação, especialmente nas últimas três décadas, essa unidade descentralizada tem desenvolvido pesquisas diversas com a cultura do cupuaçuzeiro, nas mais diferentes áreas de atuação, abrangendo diversos biomas e conservando o meio ambiente e a biodiversidade. O cultivo do cupuaçu envolve cerca de 1,4 mil propriedades, predominantemente de agricultores familiares, considerando ser o estado do Pará o principal produtor nacional de cupuaçu, com área plantada de 8,9 mil hectares e produção anual de 29 mil toneladas, em 2024.

A Embrapa Amazônia Oriental, por meio de sua equipe de pesquisadores que atua em áreas afins, imprimiu esforços para publicar esta obra, na qual estão reunidos conhecimentos, tecnologias e inovações relevantes sobre a cultura do cupuaçuzeiro, desde o plantio até a colheita e comercialização, visando disponibilizar este legado, de modo compacto, aos mais diversos públicos de interesse, observando, também, seu comprometimento com a Agenda 2030, proposta feita em 2015 pela Organização das Nações Unidas (ONU) aos seus países integrantes, para a construção e implementação de políticas públicas em prol do desenvolvimento sustentável, direcionando esforços para conduzir suas

pesquisas, com foco nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nela estabelecidos. Nesse contexto, este livro se enquadra, entre outros, no ODS 2 – Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável, meta 2.3 – Até 2030, dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pastores e pescadores, inclusive por meio de acesso seguro e igual à terra, outros recursos produtivos e insumos, conhecimento, serviços financeiros, mercados e oportunidades de agregação de valor e de emprego não-agrícola.

Walkymário de Paulo Lemos

Chefe-Geral da Embrapa Amazônia Oriental

Sumário

Capítulo 1

Aspectos gerais do cultivo do cupuaçuzeiro, 9

*José Edmar Urano de Carvalho
Walnice Maria Oliveira do Nascimento*

Capítulo 3

Melhoramento genético do cupuaçuzeiro no estado do Pará, 57

Rafael Moysés Alves

Capítulo 5

Polinização e polinizadores do cupuaçuzeiro, 107

Márcia Motta Maués

Capítulo 2

Os híbridos interespecíficos do gênero *Theobroma*, 45

*Carlos Rogério de Souza Silva
Giorgini Augusto Venturieri*

Capítulo 4

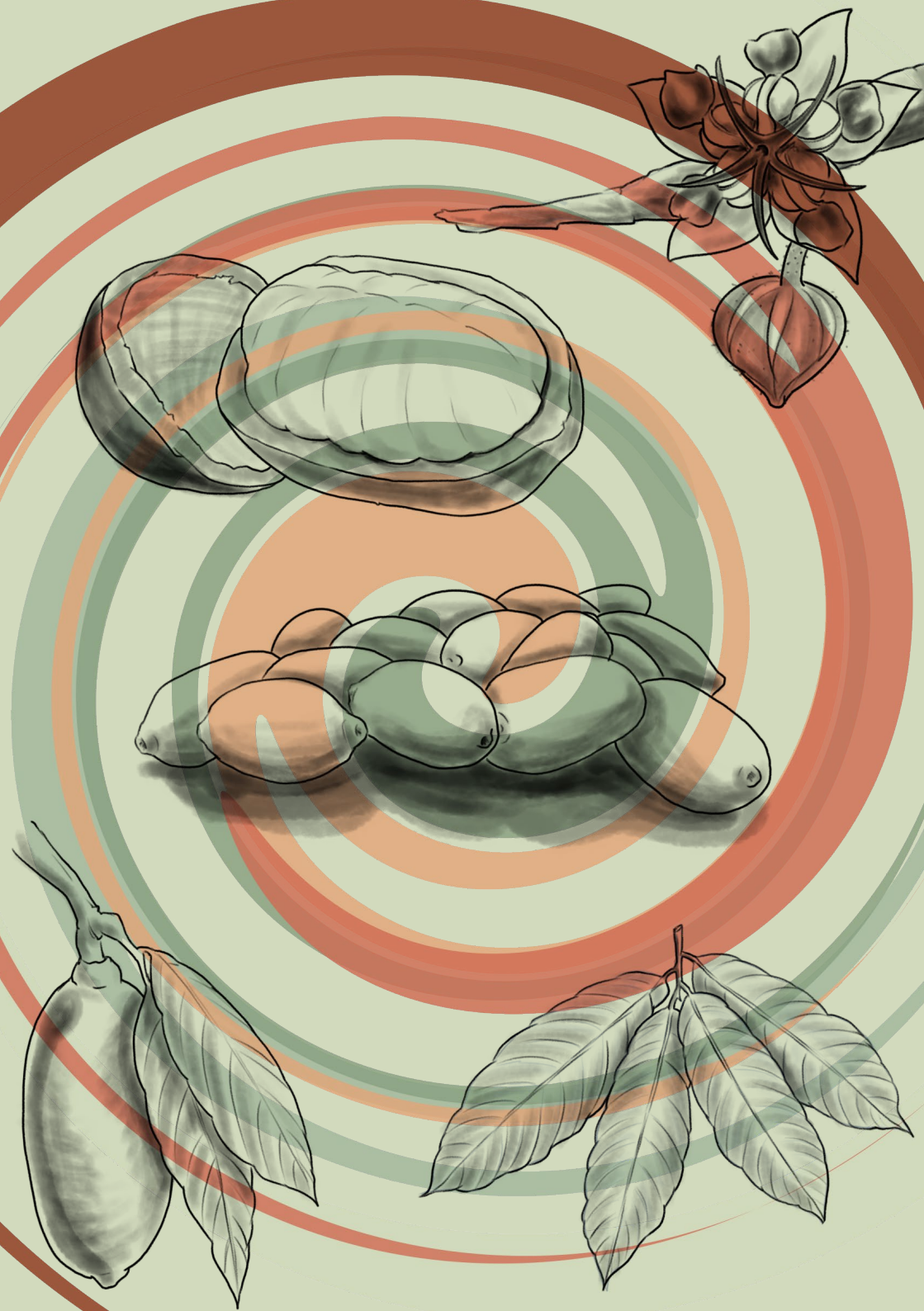
Doenças fúngicas do cupuaçuzeiro no Pará, 83

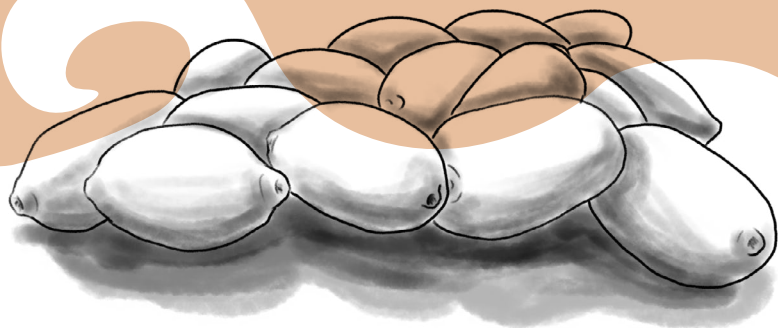
*Ruth Linda Benchimol
Carina Melo da Silva
Bernardo do Vale Araújo Melo*

Capítulo 6

Aspectos históricos e socioeconômicos do cupuaçu no estado do Pará, 125

*Alfredo Kingo Oyama Homma
Gisalda Carvalho Filgueiras
Rafael Moyses Alves*





Capítulo 1 – Aspectos gerais do cultivo do cupuaçuzeiro

José Edmar Urano de Carvalho
Walnice Maria Oliveira do Nascimento

Métodos de propagação do cupuaçuzeiro

O cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum.] em estado natural se reproduz somente por via sexuada. Na produção comercial de mudas, é propagado tanto por via sexuada (sementes) como por via assexuada, particularmente por enxertia. Neste último caso, os métodos de garfagem no topo em fenda cheia, garfagem lateral no alburno e gema com escudo apresentam boa porcentagem de enxertos pegos (Addison; Tavares, 1952; Müller et al., 1986b; Venturieri et al., 1987). A propagação por estacas de ramos e por alporquia vem sendo estudada na Embrapa Amazônia Oriental, porém, os resultados ainda são bastante incipientes para que possa ser indicado na produção de mudas.

A propagação por enxertia começou a ser utilizada mais intensamente a partir do ano de 2002, quando a Embrapa Amazônia Oriental lançou as primeiras variedades clonais de cupuaçuzeiro (Belém, Coari, Codajás e Manacapuru). Até então, a implantação de pomares com mudas enxertadas era de uso limitado, devido principalmente aos problemas de autoincompatibilidade genética, identificados primeiramente por Addison e Tavares (1952) e posteriormente confirmados por Venturieri (1994), Alves et al. (1996) e Silva (1996). Outro fator que tem limitado a utilização de mudas enxertadas em larga escala é a modificação da arquitetura das plantas após a enxertia. Nesse método de propagação, as plantas não exibem padrão de crescimento tricotômico, pois emitem somente ramos de crescimento plagiotrópico. O

problema é maior quando se utiliza o método de borbulhia em placa (gema com escudo), pois há necessidade de tutoramento das plantas desde a fase de viveiro até 2 a 3 anos após o plantio. No caso de plantas propagadas pelo método de garfagem no topo em fenda cheia, o tutoramento não se constitui em prática essencial, podendo a arquitetura da planta ser corrigida com podas de formação da copa.

Os estudos sobre micropropagação do cupuaçuzeiro são ainda bastante incipientes, não se dispondo de protocolos que possibilitem a obtenção de mudas. Tentativas com a embriogênese somática possibilitaram apenas a obtenção de calos embriogênicos, que falharam na produção de mudas viáveis. Ferreira et al. (2005) obtiveram, a partir de segmentos de folhas jovens cultivadas em meio Murashige & Skoog (MS) contendo $6,0 \text{ mg L}^{-1}$ de benzilaminopurina (BAP) e $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ de ácido indolacético (AIA), a formação de massa calosa que, transferida para meio de indução MS, suplementado com 2.290 mg L^{-1} de thidiazuron (TDZ), levou à formação de estruturas proembriogênicas.

Propagação sexuada

No sistema de produção de mudas por via sexuada, a primeira etapa consiste na extração e beneficiamento das sementes. As sementes, ao serem extraídas dos frutos, encontram-se envolvidas pelo endocarpo (polpa) de coloração branco-amarelada e fortemente aderidas por fibras ao tegumento. A polpa pode ser removida por processo manual ou mecânico (Figura 1.1). No primeiro caso, a remoção é efetuada com o auxílio de tesoura, o que exige habilidade, no intuito de não provocar ferimentos nas sementes e remover o máximo de polpa no menor tempo possível. Esse método tem como principal desvantagem a sua morosidade, possibilitando a limpeza de aproximadamente 190 sementes por hora (Calzavara et al., 1984). Por sua vez, tem a vantagem de não provocar danificações mecânicas nas sementes e deixar menor quantidade de resíduos de polpa na superfície do tegumento.

Foto: Urano de Carvalho



Figura 1.1. Sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) despolpadas mecanicamente (A) e manualmente (B).

O despulpamento mecânico é efetuado com máquinas despulpadoras do mesmo tipo das utilizadas nas indústrias que processam o cupuaçu para obtenção de polpa. A quantidade de sementes processadas nesse método depende da capacidade da máquina, podendo variar de 3,5 mil até 90 mil sementes por hora. Apesar dessa vantagem, há, em alguns casos, necessidade de criteriosa seleção das sementes, descartando as que apresentam ferimentos ou rachaduras, pois, dependendo da extensão dos danos, pode ocasionar morte das sementes ou originar plântulas de conformação anormal. Além disso, no caso de necessidade de estratificação das sementes, para fins de transporte, aquelas que estão com ferimentos deterioram-se rapidamente, podendo comprometer a viabilidade das demais. Convém ressaltar, ainda, que o despulpamento mecânico deixa na superfície do tegumento resíduos de polpa em quantidades bem maiores (Müller; Carvalho, 1996).

A remoção completa dos resíduos de polpa somente é indicada quando há necessidade de se transportar as sementes de um local para outro. Nessa situação, a estratificação das sementes em pó de serragem ou em vermiculita, previamente umedecidos com água, constitui-se em método eficiente que garante a manutenção da viabilidade. Caso os resíduos de polpa não sejam eficientemente removidos, ocorrerá fermentação, com aquecimento acentuado da massa de sementes, o que provoca perda da capacidade de germinação, podendo comprometer a viabilidade da totalidade das sementes, dependendo da quantidade de polpa que permanecer aderida a estas. A quantidade de água utilizada no substrato para a estratificação deve ser tal que, ao se comprimir fortemente o substrato com uma das mãos, não haja escorrimento de água.

Processos de fermentação, correntemente usados na remoção da polpa de frutos carnosos tropicais, como o maracujá (*Passiflora edulis*), o tomate (*Solanum lycopersicum*) e outros, não são adequados para sementes de cupuaçu, pois, além de não possibilitarem a eliminação eficiente desses resíduos, podem até comprometer a capacidade de germinação (Santos, 1996).

O número de sementes por fruto varia acentuadamente e está associado, entre outros fatores, ao tamanho do fruto (Calzavara et al., 1984). No entanto, há de se salientar que alguns genótipos cujos frutos são de tamanho grande apresentam poucas sementes. Em uma amostra de 200 frutos oriundos de plantas de polinização aberta, foi constatado número médio de sementes por fruto de $31,8 \pm 9,6$ (Müller; Carvalho, 1996). Potencialmente, a maioria dos genótipos de cupuaçuzeiro pode produzir até 50 sementes, haja vista que o ovário contém 50 óvulos, mas é bastante rara a conversão de 100% dos óvulos em sementes.

As sementes apresentam grande variação de tamanho, massa e teor de água. Essas variações manifestam-se mesmo em sementes oriundas de um mesmo fruto. A massa de sementes individuais varia de 2,9 a 8,8 g.

Porcentagem de germinação

Para sementes recém-extraídas do fruto e semeadas logo após o processo de extração, a germinação é rápida e uniforme, iniciando-se a emergência das plântulas 13 dias após a semeadura, atingindo o patamar de germinação no 25º dia após a semeadura, ocasião em que a porcentagem de sementes germinadas atinge valor próximo a 100% (Müller; Carvalho, 1996). Essas características foram observadas em sementes de três clones de cupuaçuzeiro, indicando que, independentemente do genótipo da planta-mãe, a porcentagem de germinação de sementes recém-extraídas é sempre elevada e o processo é rápido e bastante uniforme (Figura 1.2).

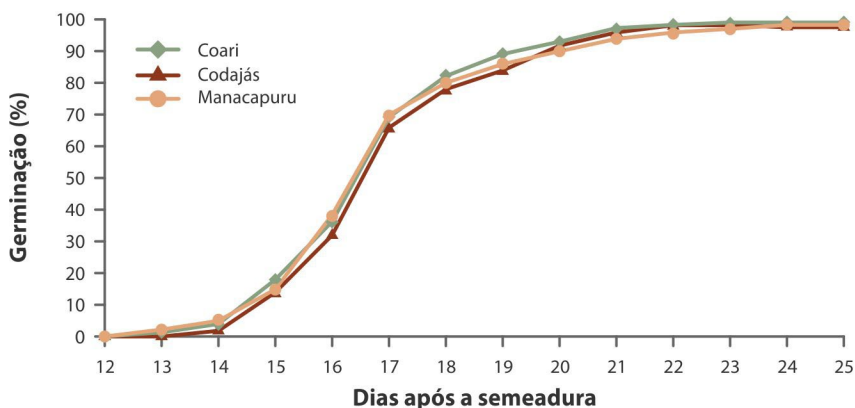


Figura 1.2. Curso da germinação de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) dos clones Coari, Codajás e Manacapuru.

Do ponto de vista morfológico, o processo de germinação caracteriza-se, inicialmente, pelo aparecimento da raiz primária, que rompe o tegumento na porção basal da semente, mais precisamente na região próxima ao hilo. Essa fase é bastante rápida, verificando-se entre 3 e 4 dias após a semeadura. Em seguida, a raiz primária apresenta uma fase de crescimento, atingindo comprimento de 7 a 10 cm, quando então já apresenta razoável número de raízes secundárias, com maior abundância na porção basal. As fases seguintes são caracterizadas pelo aparecimento dos nós cotiledonares, desenvolvimento do gancho do epicótilo e abertura do primeiro par de

metáfilos (Oliveira, 1993). A germinação é hipogea e a plântula do tipo criptocotiledonar.

O teor de água é fator crítico para a germinação, pois as sementes de cupuaçu apresentam comportamento recalcitrante no armazenamento, ou seja, não suportam secagem, perdendo completamente a capacidade de germinação quando a umidade da semente é reduzida para valores abaixo de 17%. Apesar dessa sensibilidade, o grau de umidade pode ser reduzido até nível em torno de 30,0%, sem que haja comprometimento do poder germinativo. Reduções mais acentuadas implicam redução ou ligeiro retardamento da germinação (Figura 1.3).

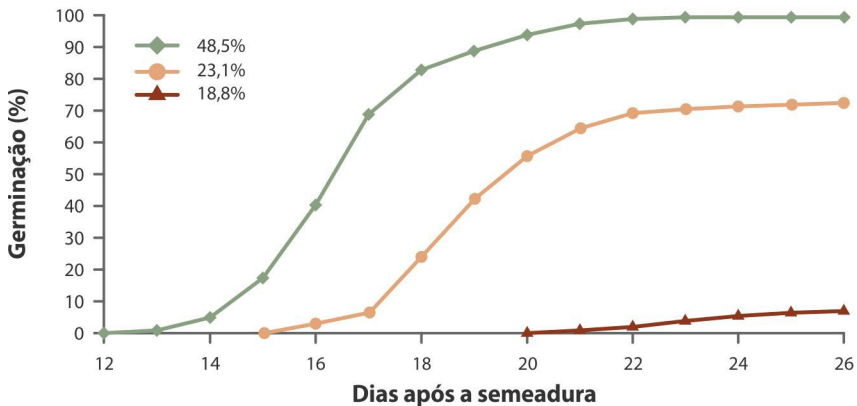


Figura 1.3. Curso da germinação de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) com três teores de água.

Fonte: Carvalho et al. (1999).

Outra característica importante da semente do cupuaçuzeiro é a sensibilidade a temperaturas baixas, normalmente, quando expostas a temperaturas inferiores a 15 °C, há comprometimento da capacidade de germinação. A sensibilidade ao frio é tão pronunciada que sementes expostas durante 6 horas à temperatura de 5 °C perdem completamente a viabilidade (Carvalho et al., 1999).

A temperatura ótima para germinação situa-se entre 25 e 30 °C (Garcia, 1994). Essa faixa de temperatura é a que se encontra normalmente no substrato de germinação, na época de semeadura, na Amazônia, que coincide com o período de maior precipitação de chuvas e de nebulosidade e, em consequência, com temperatura mais amena. Quando semeadas em ambiente com temperatura

de 20 °C, ocorre inibição da germinação. Em ambiente com temperatura de 35 °C, a germinação é mais rápida, porém ocorrem lesões no hipocótilo e na raiz primária (Garcia, 1994). Em temperatura igual ou inferior a 15 °C, as sementes não germinam, em decorrência da perda de viabilidade.

Métodos de semeadura

A semeadura pode ser efetuada em sementeiras, com posterior transplantio para sacos de plástico ou diretamente nos sacos de plástico. O substrato utilizado na sementeira deve ser leve e friável, de tal maneira que, durante a repicagem, não ocorram danos acentuados nas raízes secundárias que se encontram em formação. Um bom substrato consiste na mistura de areia e pó de serragem, na proporção volumétrica de 1:1. Ressalte-se que o pó de serragem deve ser peneirado, para eliminar detritos maiores, e deve estar devidamente curtido ou ser fervido durante 2 horas em água. Alternativamente, pode-se usar a mistura de fibra de coco triturada ou vermiculita misturada com areia, na mesma proporção volumétrica. A mistura de pó de serragem, fibra de coco ou vermiculita com solo não é recomendada devido aos riscos de infestação das sementeiras com plantas daninhas, o que implica custos adicionais com os trabalhos de monda.

O substrato, depois de preparado, é colocado na sementeira, que deve ter profundidade mínima de 20 cm e, quando estiver a 3 cm do nível superior, deve ser umedecido, nivelado e ligeiramente compactado, efetuando-se então a semeadura no espaçamento de 2 x 2 cm. Nesse espaçamento, cada metro quadrado de sementeira comporta aproximadamente 1.250 sementes. Após a distribuição das sementes no leito de semeadura, elas são recobertas com uma camada de cerca de 2 cm do mesmo substrato. A largura das sementeiras não deve ser superior a 1 m, para facilitar a irrigação e principalmente o transplantio das mudas para os sacos de plástico.

A cobertura das sementeiras com telas de plástico de cor preta, que possibilite interceptação de 50% de intensidade luminosa, ou mesmo com folhas de palmeiras, é essencial para evitar a incidência direta dos raios solares, que pode provocar queima nas plântulas recém-emergidas.

O transplante das plântulas deve ser preferencialmente efetuado antes da abertura do primeiro par de folhas, ou seja, no ponto popularmente denominado de “ponto palito”, pois, além de proporcionar índice de perda quase nulo, permite maior agilidade na operação. Nessa fase, o caule é de cor verde, com os primórdios foliares de coloração arroxeada, e apresenta altura entre 5 e 7 cm (Figura 1.4). No entanto, pode ser efetuado até quando

o primeiro par de folhas estiver completamente expandido, situação em que os cotilédones ainda apresentam resquícios de reserva e ainda encontram-se aderidos à plântula. Nesse caso, porém, há necessidade de poda da raiz primária, deixando-a com comprimento em torno de 10 cm. Essa prática é efetuada com o objetivo de evitar o enovelamento do sistema radicular, embora provoque perda de turgor das folhas nos primeiros dias após a repicagem. A repicagem de plântulas com dois pares de folhas não é recomendada, pois, nessa situação, para se garantir boa sobrevivência, é necessário, além da poda da raiz, que se reduza a área foliar, cortando-se transversalmente as folhas na porção mediana, o que implica período adicional de 2 a 3 meses para que a muda esteja apta para o plantio no local definitivo.



Foto: Urano de Carvalho

Figura 1.4. Plântula de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) no ponto ideal de ser transplantada da sementeira para o saco de plástico.

Convém ressaltar que, não obstante o fato de as sementes de cupuaçuzeiro apresentarem germinação rápida e uniforme, o sistema de sementeira é o mais indicado, em decorrência de permitir o descarte de plântulas anormais, possibilitando, ainda, a obtenção de mudas mais uniformes. Normalmente, para lotes de sementes de boa qualidade fisiológica, cerca de 5 a 10%, das plântulas são descartadas na fase de viveiro. O sistema de sementeira é particularmente adotado quando a quantidade de mudas a ser produzida é grande.

O tamanho do recipiente é importante para que as mudas apresentem bom crescimento, sem riscos de enovelamento do sistema radicular. É recomendado

o saco de plástico sanfonado, de cor preta, com dimensões mínimas de 18 cm de largura, 35 cm de altura e 200 μ de espessura. A espessura de 200 μ , ou seja, 0,2 mm, é importante porque confere boa resistência ao recipiente, evitando que se rasgue durante a operação de enchimento com o substrato em que a muda ou o porta-enxerto será produzido. Recipientes com essas dimensões comportam aproximadamente 4 L de substrato. Recipientes menores retardam o crescimento das mudas (Dantas et al., 1996) e provocam enovelamento do sistema radicular. Recipientes maiores não são recomendados em decorrência da maior quantidade de substrato requerida, dificuldade no transporte e, principalmente, por serem mais susceptíveis à quebra do torrão, que tem sérias implicações na sobrevivência após o plantio no local definitivo. É importante que os sacos de plástico sejam dispostos no viveiro em fileiras duplas, distanciadas entre si em 40 cm. Tal procedimento é adotado para evitar o estiolamento das mudas, ou seja, que as plantas cresçam muito em altura em detrimento do crescimento em largura do caule.

A semeadura direta em sacos de plástico é indicada quando se utilizam sementes pré-germinadas ou com germinação superior a 90%, para que não haja quantidade acentuada de recipientes com falhas de germinação, consequentemente aumentando os custos de produção. O substrato básico para enchimento dos recipientes é constituído de 60% de solo, 20% de esterco e 20% de pó de serragem. É imprescindível que os dois últimos componentes da mistura estejam devidamente curtidos. Quando se utiliza cama de aviário, a mistura deve ser de 60% de solo e 40% de cama de aviário, haja vista que a maravalha é componente da cama. Convém ressaltar que, entre 5 e 6 meses após a semeadura, o substrato nos sacos de plástico está 3 a 4 cm abaixo da borda superior do recipiente, sendo necessário completá-lo. Utiliza-se, nessa ocasião, a mistura de solo com esterco curtido, na proporção volumétrica de 1:1. Com esses procedimentos, as mudas estão aptas para o plantio no local definitivo entre 8 e 10 meses após a semeadura.

Para locais em que não haja disponibilidade de esterco, pode-se, alternativamente, usar a mistura constituída de 70% de solo e 30% de serragem. Nesse caso, é imprescindível que sejam efetuadas quatro aplicações de 4 g da formulação 10-28-20 de NPK por muda. A adubação mineral é iniciada 2 meses após o transplantio ou emergência das plântulas e repetida a cada 2 meses. Doses maiores ou intervalos de aplicação menores podem causar necroses nas folhas ou até mesmo provocar a morte das plantas (Carvalho et al., 1999). As mudas produzidas em substrato de solo e serragem, com adubação química, apresentam crescimento semelhante àquelas em que se utiliza substrato com esterco, não sendo necessária a correção do pH, que apresenta valores entre 4,5 e 5,5 (Santos, 1997).

Outro substrato que começa a ser utilizado por agricultores, com resultados bastante satisfatórios, consiste na mistura de pó de serragem, esterco, ureia, torta de mamona e solo. Nesse caso, pode-se utilizar pó de serragem recém-extraído e esterco não curtido, pois o preparo desse substrato demanda 30 dias, tempo suficiente para que haja a decomposição da serragem e do esterco. Para cada 3 m³ de pó de serragem, deve-se adicionar 1 m³ de esterco, 4 kg de ureia, 10 kg de torta de mamona e 100 L de liteira, que contém microrganismos que ajudam na fermentação do pó de serragem e do esterco. Esses componentes devem ser bem homogeneizados, umedecidos com água e deixados em local protegido de chuvas durante 1 mês, sendo a mistura resultante revirada semanalmente. Decorrido o período de 1 mês, já está em condição de ser utilizada em substrato para produção de mudas de cupuaçuzeiro, devendo ser misturada com solo. Recomenda-se que, para cada 3 m³ da mistura, seja adicionado 6 m³ de solo, 0,5 kg de calcário dolomítico e 500 g de um produto comercial contendo termofosfato magnesiano grosso (17,5% de P₂O₅ total), 18% de cálcio, 7% de magnésio, 0,1% de boro, 0,05% de cobre, 0,3% de manganês, 0,55% de zinco e 10% de silício.

Uma muda de cupuaçuzeiro de boa qualidade fisiológica, oriunda de semente, apresenta, no mínimo, oito folhas de coloração verde normal, lenho perfeitamente amadurecido, haste única e ereta, com altura mínima de 30 cm, diâmetro na altura do coleto de, no mínimo, 0,5 cm e sistema radicular bem desenvolvido, sem raízes enoveladas, quebradas ou retorcidas e com raiz principal apresentando comprimento superior a 25 cm. A quase totalidade das mudas atinge esse padrão a partir de 8 meses após a semeadura (Comissão Estadual de Sementes e Mudanças do Pará, 1997).

Propagação assexuada

A propagação assexuada do cupuaçuzeiro visa fundamentalmente a reprodução exata de genótipos que apresentam características superiores, tais como: alta produtividade, resistência à vassoura de bruxa ou outras doenças, safras mais longas e características agroindustriais superiores do fruto.

A redução da fase jovem da planta não se constitui em objetivo da propagação assexuada, haja vista que o cupuaçuzeiro, mesmo quando propagado por sementes, tem característica de precocidade, iniciando a produção de frutos entre 2,5 e 3 anos após o plantio no local definitivo.

Um aspecto que deve ser considerado na implantação de pomares de cupuaçuzeiro com mudas propagadas por via assexuada é que não se deve estabelecer pomares com um só clone, em decorrência da

autoincompatibilidade genética, que impossibilita a fecundação de óvulos e, conseqüentemente, a produção de frutos. Assim sendo, para que pomares sejam estabelecidos com plantas propagadas assexuadamente, há necessidade de determinar previamente se os genótipos a serem multiplicados apresentam elevado grau de compatibilidade entre si. Além disso, é necessário que haja boa sincronização no período de floração dos diferentes genótipos e que estes sejam distribuídos no campo de tal forma que plantas de um mesmo clone não sejam plantadas uma ao lado da outra.

Enxertia pelo método de garfagem no topo em fenda cheia

O método de enxertia por garfagem oferece algumas vantagens em relação aos outros métodos de enxertia. A garfagem, especialmente no topo em fenda cheia, é um método muito mais simples e fácil de ser executado, apresentando maior rendimento de mão de obra e exigindo menor habilidade do enxertador. Outra vantagem é que pode ser efetuada em porta-enxertos com 6 a 8 meses de idade. No entanto, nesse método, o número de ponteiros que se pode retirar de uma planta-matriz é cerca de 20 vezes menor que o número de gemas, limitando bastante a capacidade de multiplicação de um determinado genótipo. Além disso, imediatamente após a enxertia e até a brotação dos enxertos, há necessidade de ambiente protegido da radiação solar direta, para evitar a morte dos enxertos por aquecimento. A disposição das mudas no viveiro deve ser efetuada da mesma maneira indicada para mudas obtidas a partir de sementes.

A utilização de ponteiros com folhas maduras proporciona maior porcentagem de enxertos pegos. Portanto, quando a planta está em fase de lançamento de ramos novos, que na Amazônia Oriental Brasileira ocorre com maior frequência no período compreendido entre maio e julho, não é adequada para retirada de ponteiros (Müller; Carvalho, 1996).

As ponteiros, após serem retiradas da planta matriz, são submetidas à toaleta, eliminando-se todas as folhas, com exceção das duas situadas na extremidade apical do garfo, que são cortadas transversalmente, de tal forma que permaneçam com comprimento do limbo em torno de 5 cm (Figura 1.5). Esses segmentos de folhas servirão como indicadores do sucesso da enxertia, haja vista que 10 dias ou no máximo 15 dias após a enxertia, se os segmentos de folhas sofrerem abscisão ou se apresentarem com coloração amarelada, é sinal de que houve morte do enxerto. Nesse caso, pode-se efetuar novo enxerto no mesmo porta-enxerto.



Foto: Urano de Carvalho

Figura 1.5. Ponteiras (garfos) de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) após a toaleta.

Para a garfagem no topo em fenda cheia, o comprimento da ponteira não afeta a porcentagem de enxertos pegos, podendo variar de 8 a 24 cm. No caso de garfagem lateral no alburno ou inglês simples, o índice de enxertos pegos é melhor quando se usa ponteiras maiores. Contudo, esses dois últimos métodos são de uso limitado, em decorrência de serem de mais difícil execução e apresentarem menor porcentagem de enxertos pegos que a garfagem no topo em fenda cheia (Müller et al., 1986b).

Durante a operação de enxertia, no caso de garfagem no topo em fenda cheia, a primeira etapa consiste na decapitação do porta-enxerto, que deve ser executada em altura cujo diâmetro seja semelhante ao diâmetro basal da ponteira a ser enxertada. A decapitação é efetuada com um corte transversal (Figura 1.6A). Em seguida, efetua-se, na parte inferior da ponteira, cortes em bisel duplo, em forma de cunha (Figura 1.6B), inserindo-a, posteriormente, em incisão vertical de aproximadamente 4 cm no ápice do porta-enxerto (Figura 1.6C). Após a inserção, as partes unidas são firmemente amarradas com fita de plástico (Figura 1.6D) e, após o enxerto estar devidamente amarrado (Figura 1.6E), é protegido com um saco de polietileno transparente, previamente umedecido com água em sua parte interna, com o objetivo de evitar o ressecamento do enxerto (Figura 1.6F).



Figura 1.6. Etapas da enxertia em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) pelo método de garfagem no topo em fenda cheia: corte transversal (A); cortes em bisel duplo (B); incisão vertical no ápice do porta-enxerto (C); amarração (Figura D); enxerto amarrado (E); proteção com um saco de polietileno transparente (F).

A brotação dos enxertos se verifica entre 30 e 35 dias após a enxertia. Quando as duas primeiras folhas estiverem abertas, ocasião em que se apresentam com coloração arroxeada, efetua-se a retirada da câmara úmida, permanecendo, no entanto, as mudas no mesmo local. A transferência para ambiente com 50% de interceptação de luz só deve ser efetuada quando as folhas do enxerto estiverem com cor verde, o que geralmente ocorre 10 dias após a brotação do enxerto. As mudas estão aptas para o plantio no local definitivo cerca de 3 meses após a enxertia.

As folhas situadas abaixo do ponto de inserção do enxerto não devem ser removidas, mas toda e qualquer brotação que se desenvolva abaixo desse

ponto deve ser eliminada (Müller et al., 1995), para que não haja competição com o enxerto. Para as mudas obtidas por esse método de enxertia, não há necessidade de tutoramento, pois a correção da copa pode ser conseguida somente com podas de formação.

Propagação por enxertia de gema ou escudo

Para a utilização desse método de enxertia, é necessário que o porta-enxerto, obtido por via sexuada, apresente diâmetro em torno de 1,0 cm no ponto de inserção do escudo. O porta-enxerto, para atingir esse diâmetro, necessita de cerca de 10 a 12 meses após a semeadura. Para que não ocorra estiolamento, é importante que as mudas sejam dispostas no viveiro em fileiras duplas, separadas por ruas de 40 cm. Com essa disposição, a área ocupada por mil mudas é de 40,6 m², sendo a área das ruas quase o dobro da área efetivamente ocupada pelas mudas.

É importante que o escudo seja inserido acima das folhas basais, pois, após a decapitação do porta-enxerto, essas folhas remanescentes constituir-se-ão na fonte de produção de assimilados, que assegurará a sobrevivência da planta recém-enxertada, até que ocorra a brotação e abertura das primeiras folhas do enxerto (Müller; Carvalho, 1996). As folhas deixadas abaixo do ponto de enxertia também asseguram a sobrevivência do porta-enxerto, o que possibilita a sua utilização para nova enxertia, caso não haja sucesso no primeiro enxerto.

O escudo contendo a gema deve apresentar largura equivalente ou muito próxima à da janela aberta no porta-enxerto, enquanto o comprimento deve ser um pouco maior, de tal forma que, no momento da inserção, a sua parte superior ultrapasse a janela aberta, sendo cortada durante o amarrão, permitindo, assim, perfeita união cambial entre o cavalo e o cavaleiro. Esse procedimento permite a formação mais rápida do calo, que é importante para o pegamento do enxerto.

Após a inserção, o enxerto é amarrado com fita transparente de polietileno ou polivinil, com cerca de 2 cm de largura e 15 a 20 cm de comprimento, em espiral, iniciando-se o amarrão de baixo para cima.

É importante que as hastes porta-borbulhas sejam retiradas da planta que se deseja propagar no mesmo dia em que se efetuará a enxertia. No entanto, na impossibilidade de enxertia logo após a retirada das hastes, é necessário acondicioná-las adequadamente em algum substrato úmido. A serragem úmida e previamente esterilizada em água fervente constitui-se em excelente substrato para a conservação de hastes porta-borbulhas de cupuaçuzeiro,

permitindo o aproveitamento de 92,5% das borbulhas, após 14 dias de acondicionamento (Lima; Costa, 1997).

A desfolha prévia da haste que fornecerá as gemas, embora não interfira na porcentagem de enxertos pegos, é recomendável, pois facilita sobremaneira a soltura do escudo, aumentando, conseqüentemente, o rendimento de mão de obra (Müller; Carvalho, 1996).

Quando enxertadas por esse método, as mudas podem permanecer em viveiro com 50% de interceptação da radiação solar, até o momento de serem levadas para o plantio no local definitivo, sem que haja comprometimento na porcentagem de enxertos pegos e no crescimento dos enxertos.

A primeira etapa, nesse método de enxertia, consiste na remoção parcial da gema da haste porta-borbulha. Para tanto, com a lâmina do canivete, faz-se a marcação do escudo contendo a gema (Figura 1.7A) e sua remoção (Figura 1.7B). Em seguida efetua-se a abertura da janela onde será inserido o enxerto (Figura 1.8A). Na abertura da janela, é importante que a casca na parte inferior da janela não seja cortada antes da inserção do escudo (Figura 1.8B). Adota-se esse procedimento para que haja perfeito contato cambial do escudo inserido tanto na parte superior quanto na parte inferior. Após a inserção do enxerto (Figura 1.9A), este é amarrado com fita de plástico (Figura 1.9B).

Fotos: Urano de Carvalho

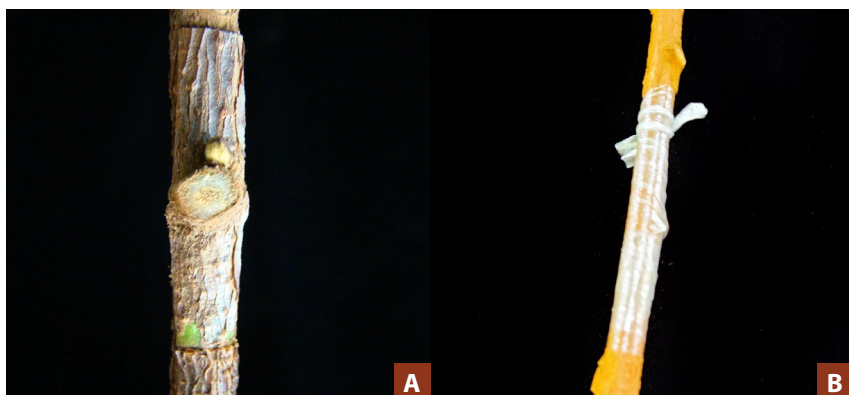


Figura 1.7. Demarcação do tamanho do escudo na haste porta-borbulha (A) e remoção do escudo com gema de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) (B).



Fotos: Urano de Carvalho

Figura 1.8. Abertura da janela no porta-enxerto (A) e inserção do escudo (B) em cavalos de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*).



Fotos: Urano de Carvalho

Figura 1.9. Escudo com gema inserido no porta-enxerto (A) e amarrado com fita de plástico (B), em cavalo de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*).

A remoção da fita que envolve o enxerto é efetuada em torno de 30 dias após a enxertia, tempo suficiente para que haja a formação do calo no tecido cambial (Figura 1.10). A decapitação do porta-enxerto, com o objetivo de favorecer o crescimento da gema, pode ser efetuada imediatamente após a retirada da fita. No entanto, caso haja dúvidas se a união do enxerto com o porta-enxerto não está devidamente consolidada, é aconselhável que se faça a decapitação somente 7 dias após a retirada da fita, quando então é possível identificar com segurança se houve sucesso ou não na enxertia. Caso o enxerto esteja morto, é possível o reaproveitamento imediato do porta-enxerto, efetuando-se nova enxertia. A decapitação do porta-enxerto é efetuada a 1 cm da parte superior do escudo. A brotação do enxerto ocorre entre 15 e 25 dias após a remoção da fita de plástico.

Foto: Uirano de Carvalho

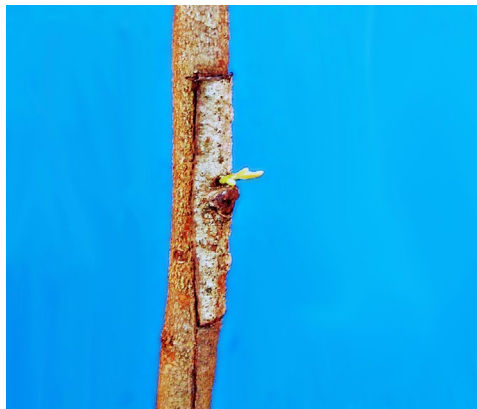


Figura 1.10. Brotação de gema enxertada de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*).

Esses procedimentos possibilitam porcentagens de enxertos pegos em torno de 80% (Müller et al., 1986a; Venturieri et al., 1987), desde que o enxertador seja bastante treinado e dotado de agilidade e habilidade para que efetue rapidamente a enxertia, evitando que o escudo e a janela aberta permaneçam expostos ao ar por muito tempo, o que pode provocar oxidação e perda de turgor dos tecidos cortados. Mudanças enxertadas por esse método estão em condições de serem plantadas no local definitivo de 3 a 4 meses após a enxertia.

Como a enxertia modifica completamente o padrão de crescimento da planta, com brotações essencialmente plagiotrópicas, há necessidade de tutoramento para correção do tropismo. O tutoramento deve ser realizado tanto na fase de viveiro como no campo, procurando-se sempre orientar os ramos no sentido vertical. Além do tutoramento, podas de formação de copa são necessárias para que a planta adquira arquitetura adequada. A primeira poda é efetuada entre 30 e 40 cm do ponto de enxertia, quando então a planta emite novos ramos, sendo estes posteriormente podados, de tal forma que após a poda apresentem comprimento em torno de 50 cm.

Quando não se efetua o tutoramento e a poda, a copa cresce bastante no sentido lateral, com ramos atingindo a superfície do solo. Durante a frutificação, o contato com o solo úmido favorece o apodrecimento dos frutos, além de facilitar o ataque de roedores. Nessa situação, práticas como coroamento, roçagem e adubação tornam-se difíceis de serem executadas, em virtude do entrelaçamento de ramos de plantas circunvizinhas.

A utilização de gemas ou mesmo de garfos de ramos ortotrópicos, que surgem na base das trifurcações de plantas que foram submetidas à poda de

condução, constitui-se na única alternativa para a obtenção de plantas com arquitetura semelhante à de plantas oriundas de sementes (Figura 1.11). No entanto, há de se considerar que a taxa de multiplicação é muito baixa, pois geralmente o número de ramos ortotrópicos é inferior a dez e, de cada ramo, é possível retirar no máximo dois garfos ou seis gemas.



Foto: Urano de Carvalho

Figura 1.11. Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) propagado por enxertia com gema oriunda de ramo ortotrópico.

As normas técnicas e padrões para a produção de mudas fiscalizadas no estado do Pará (Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Pará, 1997) estabelecem que mudas de cupuaçuzeiro enxertadas, devem ter as seguintes características:

- Apresentar altura uniforme, aspecto vigoroso, cor e folhagem harmônicas.
- Ter o ponto de enxertia, garfo ou gema, situado a partir de 25 cm de altura, medida a partir do colo da planta.
- Apresentar soldadura perfeita do enxerto, tendo os pontos de união entre o “cavalo” e o garfo ou gema compatíveis com o diâmetro.
- Apresentar diâmetro mínimo de 1,5 cm.
- Apresentar, no mínimo, quatro pares de folhas.
- Possuir, no mínimo, 3 meses de idade, contados a partir da data de enxertia.

- Apresentar sistema radicular bem desenvolvido, sem raízes enoveladas, quebradas ou retorcidas e com raiz pivotante reta.
- Apresentar tropismo corrigido.
- Estarem isentas de pragas e doenças
- A comercialização desse tipo de muda somente será permitida quando acondicionada em sacos de plástico ou equivalente, com, no mínimo, 18 cm de largura por 35 cm de altura e espessura de 200 micra.

Utilização da enxertia na substituição de copa de cupuaçuzeiros

A substituição da copa de cupuaçuzeiros adultos constitui-se em método para controlar a doença vassoura de bruxa. Pode ser utilizada em cupuaçuzeiros que não sejam muito velhos e nem estejam infectados pelo fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., agente etiológico da doença denominada morte-progressiva. Essa técnica é bastante utilizada em cacaueiros atacados pela vassoura de bruxa e foi primeiramente utilizada no cupuaçuzeiro por Lima e Costa (2003). Os procedimentos recomendados para a renovação da copa do cupuaçuzeiro envolve inicialmente a decapitação do fuste a 1,60 m, deixando todos os ramos que estejam abaixo. Quando novas brotações surgem em locais próximos ao da decapitação e atingem 1,5 cm de diâmetro a 20 cm do ponto de inserção no toco, efetua-se a enxertia pelo método de borbulhia em placa. Após a brotação e crescimento do enxerto, os ramos remanescentes do toco são eliminados. A porcentagem de enxertos pegos atinge valor de 80%.

É recomendável que as copas substituídas sejam formadas por dois enxertos de clones diferentes e que sejam autocompatíveis entre si, o que permite a obtenção de elevada produtividade de frutos. Essas combinações têm propiciado produtividades de 25 frutos por planta, 5 anos após a substituição de copa (Lima; Costa, 2003). Boas combinações de copa envolvem os clones Manacapuru, Codajás e Coari (Alves, 2005, 2014) e mais recentemente os clones BRS Careca, BRS Fartura, BRS Duquesa, BRS Curinga e BRS Golias (Alves; Chaves, 2019). Ressalte-se, porém, que entre 1 e 2 anos após a substituição de copa, a planta já produz os primeiros frutos.

A substituição da copa também pode ser efetuada pelo método de garfagem. Nesse caso, porém, há necessidade de proteger os enxertos da radiação solar direta, seja com ramos do próprio cupuaçuzeiro cuja copa está sendo substituída, seja com folhas de palmeiras (Alves, 2012).

Propagação por estaquia de ramos

O cupuaçuzeiro é uma espécie cuja propagação por estacas é difícil, mesmo com a utilização de substâncias indutoras do enraizamento. Normalmente, são requeridos períodos superiores a 100 dias para que as estacas enraizem. Na Embrapa Amazônia Oriental, foi obtido resultado satisfatório em propagador com sistema de nebulização intermitente e com a aplicação de substância indutora do enraizamento na porção basal das estacas (Figura 1.12).



Foto: Urano de Carvalho

Figura 1.12. Estacas enraizadas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*).

Maior porcentagem de enraizamento e maior número de raízes por estaca têm sido observados com a imersão da base das estacas, durante 24 horas, em solução de ácido indolbutírico, na concentração de 200 mg L⁻¹ (Tabela 1.1).

Tabela 1.1. Enraizamento de estacas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), em função da concentração de ácido indolbutírico (AIB).

Concentração de AIB (mg L ⁻¹)	Enraizamento (%)
0	10,0
100	45,0
200	53,8
300	37,5
400	28,8
500	27,5

Conquanto seja uma espécie cujas estacas são de difícil enraizamento, existem marcantes diferenças na capacidade de enraizamento, em função do genótipo (Tabela 1.2).

Tabela 1.2. Porcentagem de enraizamento de estacas em quatro clones de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) tratadas com ácido indolbutírico (200 mg L⁻¹).

Clone	Enraizamento (%)
Coari	20,0
Manacapuru	50,0
Belém	65,0
Codajás	80,0

A propagação por estaquia é de considerável interesse, pois se tem observado que plantas de um mesmo clone, propagadas por enxertia, apresentam pronunciadas diferenças na produção de frutos, existindo a hipótese de que tal comportamento seja decorrente da influência do porta-enxerto, o qual é obtido a partir de sementes de polinização aberta.

Após o enraizamento das estacas, são requeridos cerca de 11 a 12 meses para que as mudas estejam aptas para serem plantadas no local definitivo.

Plantas propagadas por estaquia, embora apresentem arquitetura de copa semelhante à de plantas propagadas pelo método de garfagem no topo em fenda cheia, requerem tutoramento devido ao fato de que a quantidade de raízes é bem menor que a de plantas propagadas por sementes, em particular nos 3 primeiros anos após o plantio, sem raiz pivotante, o que as tornam bastante susceptíveis a tombamento pela ação de ventos. Em decorrência da menor quantidade de raízes, as plantas propagadas por estacas de ramos também são mais susceptíveis a déficits hídricos, sendo comum, durante o menor período de precipitação de chuvas na Amazônia, apresentarem sintomas de murchamento em folhas novas. Presentemente, não se recomenda a utilização desse método de propagação para a implantação de pomares.

Transporte das mudas

Em muitas situações, o produtor adquire as mudas de cupuaçuzeiro em viveiristas, sendo, portanto, necessário transportá-las do local de produção até onde será estabelecido o pomar. Na Amazônia Brasileira, o transporte é efetuado tanto por via rodoviária como por via fluvial.

Alguns procedimentos são necessários para assegurar que as mudas cheguem ao seu destino em boas condições. A primeira providência a ser adotada consiste em acondicionar as mudas em engradados de madeira, sem

tampa, com laterais medindo 30 cm de altura, visando evitar a quebra do torrão e o tombamento de sacos, o que provoca danos no sistema radicular. Cada engradado deve ter área de 0,5 m², que comporta 32 mudas, com peso bruto em torno de 100 kg.

No transporte rodoviário, é imprescindível que a carroceria seja coberta com lona, tanto na parte superior como nas laterais, disposta em altura suficiente que impeça o contato desta com as folhas das mudas. O objetivo da cobertura é proteger as mudas da ação dos ventos e da radiação solar direta. No caso de distâncias longas, com tempo de viagem igual ou superior a 12 horas, onde imperativamente há paradas, o veículo deve ser estacionado em local sombreado.

No transporte fluvial, normalmente as mudas são levadas no porão dos barcos, não existindo problemas de ventos, mas deve ser considerado o local em que as mudas serão dispostas, de tal forma que não recebam o calor liberado pelo motor da embarcação. Nesse tipo de transporte, também é necessária a proteção das mudas com engradados.

Preparo da área e plantio

Por ser espécie originalmente umbrófila, o cupuaçuzeiro necessita de sombreamento parcial, principalmente na fase jovem, devendo ser gradativamente adaptado ao sol, o que pode ser feito ainda no viveiro ou no local definitivo. Na fase adulta, pode ser cultivado a pleno sol, desde que os solos sejam argilosos, não haja déficits hídricos acentuados e sejam utilizadas práticas agrícolas que minimizem os problemas decorrentes da baixa disponibilidade de água nos períodos de estiagem ou veranicos, como cobertura morta ou irrigação.

As áreas recomendadas para o cultivo do cupuaçuzeiro devem ser preferencialmente aquelas que já foram ou estão sendo utilizadas com outras culturas, como pimentais decadentes, pastagens degradadas ou de vegetação secundária (capoeiras) com altura em torno de 6 m (Calzavara et al., 1984) e topografia plana ou levemente inclinada. A utilização de áreas de mata para implantação de pomares não é aconselhável, devido aos danos ambientais e aos custos com derrubada da vegetação natural.

No caso da implantação de pomares em áreas com vegetação secundária, a primeira operação consiste na eliminação de cipós, vegetação rasteira e arbustos de pequeno porte, para facilitar a orientação das linhas de

cupuaçuzeiro, que devem ser distanciadas 5 m em solos de baixa fertilidade e 7 m em solos de média a alta fertilidade. Em seguida, efetua-se a abertura de trilhas de 2 m de largura, no sentido nascente-poente, onde serão plantados os cupuaçuzeiros, eliminando-se toda a vegetação dessa faixa. As árvores de maior porte, que servirão para o sombreamento definitivo, deverão ser marcadas nessa ocasião, procurando-se, dentro do possível, que fiquem distanciadas umas das outras cerca de 25 a 30 m. As demais árvores de porte equivalente ao das plantas sombreadoras deverão ser derrubadas, com o objetivo de evitar excesso de sombra na cultura (Müller; Carvalho, 1996).

O plantio é efetuado em uma única fileira, no centro de cada trilha, com espaçamento dentro da linha de 5 m em solos de baixa fertilidade e de 7 m em solos de média a alta fertilidade. Nos 3 primeiros anos após o plantio, são efetuados desbastes sucessivos, na vegetação de menor porte, com aumentos gradativos na largura das trilhas, de tal forma que, quando os cupuaçuzeiros estiverem com 3 anos de idade, permaneçam apenas as plantas destinadas ao sombreamento definitivo (Calzavara et al., 1984; Müller; Carvalho, 1996). É importante que as árvores selecionadas para sombreamento definitivo apresentem raiz pivotante forte e não estejam atacadas por cupins, pois, caso contrário, poderá ocorrer tombamento após o raleamento final. A melhor época para se fazer o desbaste da vegetação é a chuvosa, para que os cupuaçuzeiros não sofram danos decorrentes da exposição brusca a uma condição de maior intensidade de radiação solar (Calzavara et al., 1984).

No caso do aproveitamento de áreas de pimentais em decadência ou de pastagens degradadas, há necessidade da adaptação das mudas à condição de pleno sol. Essa prática é efetuada no viveiro, expondo-se as mudas que estão em condição de 50% de sombra para níveis menores de sombreamento, até que 1 mês antes do plantio recebam a radiação solar direta.

O plantio em áreas de pimentais decadentes, que normalmente estão estabelecidos no espaçamento de 2,5 x 2,5 m, é efetuado nas entrelinhas das pimenteiras, alternadamente, de tal forma que os cupuaçuzeiros fiquem no espaçamento de 5 x 5 m. Para o aproveitamento mais racional da área, é aconselhável o plantio de outra espécie, para sombreamento dos cupuaçuzeiros, após a morte das pimenteiras. O coqueiro (*Cocus nucifera*) e o açaizeiro (*Euterpe oleracea*), plantados no espaçamento de 10 x 10 m, constituem opções viáveis para esse tipo de sistema, com a vantagem adicional de proporcionar melhor distribuição de receitas para o produtor durante o ano, uma vez que o coqueiro produz, em média, um cacho de frutos por mês e o açaizeiro apresenta período de produção na entressafra do cupuaçuzeiro.

Para implantação de pomares em áreas de pastagem degradada, primeiramente há necessidade de roçagem geral e balizamento das linhas onde os cupuaçuzeiros serão implantados. Nessa faixa de aproximadamente 2 m de largura, o mato e o capim remanescente devem ser completamente eliminados com capinas manual, mecânica ou química. Em seguida, deve ser efetuado o piquetamento e a abertura de covas no espaçamento de 5 x 5 m. Alternativa consiste na limpeza de toda a área, para implantação do cultivo do cupuaçuzeiro em sistemas de consórcios provisórios ou definitivos.

O plantio deve ser efetuado na estação chuvosa, em covas com 40 cm de profundidade e 30 a 40 cm de diâmetro. Por ocasião da abertura das covas, aconselha-se misturar a camada superficial de terra com 10 L de esterco bovino ou 5 L de cama de aviário, 300 g de superfosfato simples e 50 g de FTE BR 12. Essa mistura obtida é disposta no fundo da cova e em torno do torrão de sustentação da muda, completando-se o enchimento com o restante de terra removida (Müller et al., 1995). Caso o torrão da muda seja quebrado por ocasião do transporte ou mesmo no momento do plantio, é importante que se efetue o corte de todas as folhas pela metade, para reduzir a perda de água por transpiração, evitando a morte da planta (Müller; Carvalho, 1996).

No caso do plantio com mudas enxertadas, há, ainda, necessidade de se colocar, ao lado de cada planta, um tutor de madeira para ajudar na correção do tropismo do caule. Esse tutor deve ter 1,4 m de comprimento e cerca de 10 cm de diâmetro, devendo ser colocado durante o plantio, de tal forma que permaneça com uma extensão de 1 m acima da superfície do solo.

Sistemas de formação do pomar

Diversos sistemas podem ser utilizados na formação de pomares de cupuaçuzeiros, envolvendo cultivos solteiros, consórcios provisórios ou definitivos, pois, sendo espécie que suporta, mesmo na fase adulta, nível de sombreamento em torno de 25% (Ribeiro, 1992; Venturieri, 1994), torna possível diferentes arranjos, condicionando maior eficiência no uso do solo e melhor distribuição de receitas durante o ano, geradas pelas culturas sombreadoras ou consorciadas, sem afetar a densidade de plantas de cupuaçuzeiro por hectare (Müller; Carvalho, 1996).

Sistema solteiro com sombreamento provisório

O sistema mais generalizado de cultivo envolve o sombreamento provisório com bananeiras (*Musa paradisiaca*) (Venturieri, 1994), a exemplo do que

se verifica na cultura do cacauzeiro (*Theobroma cacao*). Nesse sistema, as bananeiras são plantadas no espaçamento de 5 m entre linhas e 2,5 m dentro das linhas e os cupuaçuzeiros, no espaçamento de 5 x 5 m (Figura 1.13), o que possibilita o plantio de 400 cupuaçuzeiros e 800 touceiras de bananeira. As linhas de bananeiras devem ser orientadas no sentido nascente-poente para evitar sombreamento excessivo dos cupuaçuzeiros.

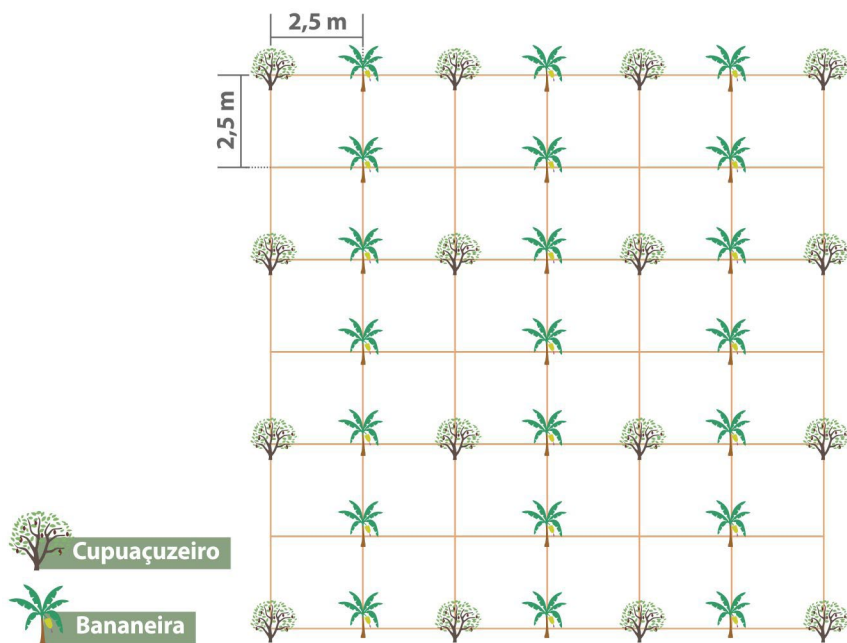


Figura 1.13. Esquema de distribuição das plantas no consórcio do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) com a bananeira (*Musa paradisiaca*).

Decorridos 3 anos após o plantio das bananeiras, é efetuada a eliminação das touceiras que estão entre dois cupuaçuzeiros, reduzindo-as em 50% (Figura 1.14), as quais permanecerão por mais 2 anos, quando então serão eliminadas. É conveniente que a diminuição da densidade das bananeiras seja efetuada na época chuvosa, para que não haja danos nos cupuaçuzeiros em decorrência de exposição brusca à condição de mais alta intensidade de radiação solar.

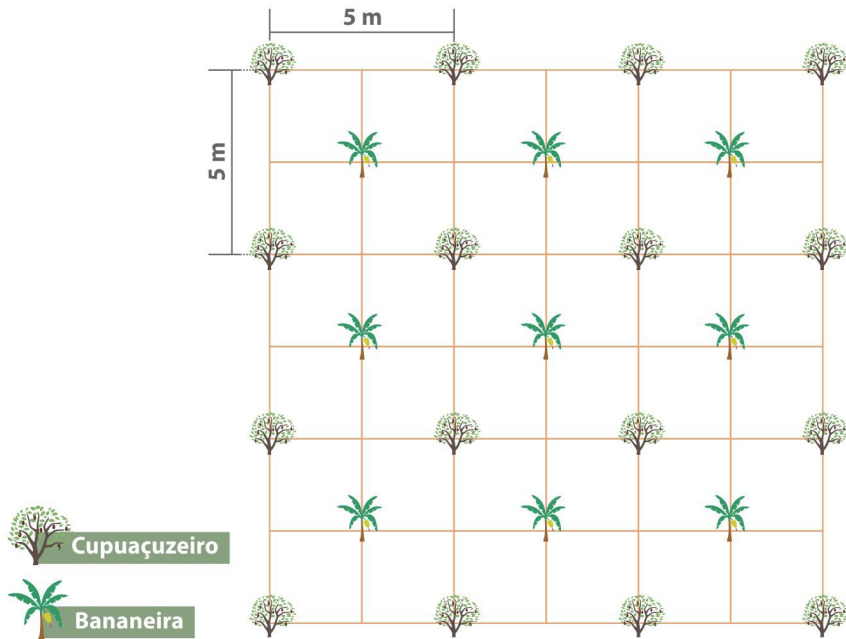


Figura 1.14. Esquema de distribuição das plantas no consórcio do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) com a bananeira (*Musa paradisiaca*) após o desbaste.

A utilização do sombreamento provisório com bananeiras torna possível que, a partir de 1 a 1,5 ano, o produtor tenha algum retorno do investimento com a produção de bananas. Até efetuar-se o desbaste das bananeiras, é possível obter 44,8 t/ha de cachos e, após esse desbaste, mais 22,4 t/ha, totalizando, ao final dos 5 anos, 67,2 t/ha de cachos (Eulálio, 1997). Essa quantidade é obtida quando se adotam as práticas de cultivo recomendadas para a bananeira, principalmente no que concernem as adubações química e orgânica, controle do mato e irrigação suplementar no período de menor precipitação de chuvas.

Sistema em consórcio com palmeiras

Variantes desse sistema podem envolver outras espécies como componentes para formação de consórcios definitivos, principalmente palmeiras como o açazeiro, o coqueiro e a pupunheira (*Bactris gasipaes*), sem alterar a densidade de plantas de cupuaçuzeiro por hectare. Nesse caso, o número de touceiras

de bananeiras é de 700 por hectare, sendo os espaços restantes ocupados por uma dessas palmeiras (Figura 1.15). A eliminação das bananeiras é efetuada 3 anos após o plantio, produzindo, em média, 39 t/ha.

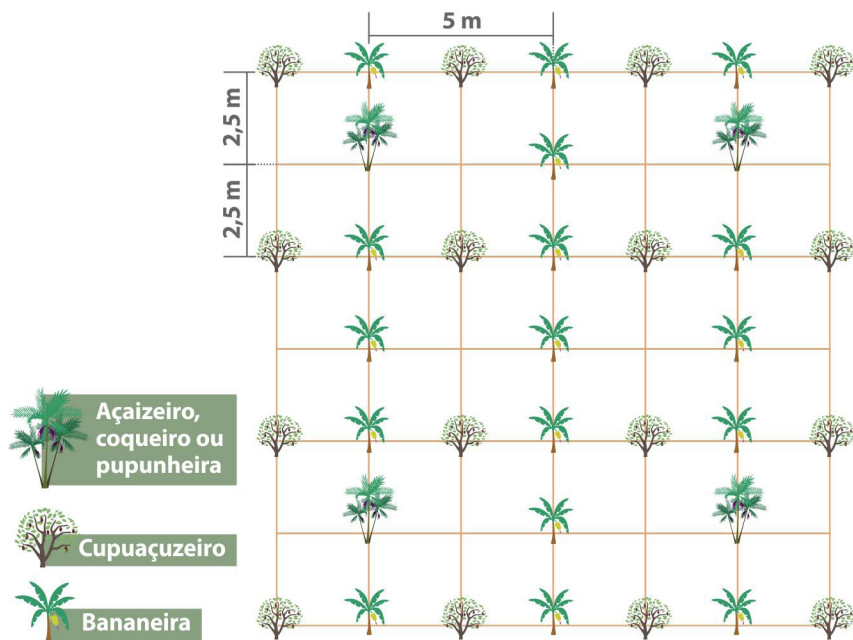


Figura 1.15. Esquema de distribuição das plantas no consórcio triplo envolvendo o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), a bananeira (*Musa paradisiaca*) e o açaizeiro (*Euterpe oleracea*).

Outras espécies frutíferas que podem ser consorciadas provisoriamente com o cupuaçuzeiro são o maracujazeiro e o mamoeiro (*Carica papaya*). No primeiro sistema, tanto o cupuaçuzeiro como o maracujazeiro são plantados na densidade de 400 plantas por hectare, no espaçamento de 5 x 5 m. A disposição das espaldeiras deve ser orientada no sentido nascente-poente, com o intuito de evitar a ação perpendicular de ventos, que podem redundar em tombamento dos suportes do maracujazeiro. Também é importante que os mourões sejam colocados entre um cupuaçuzeiro e outro e os maracujazeiros plantados entre dois mourões. Considerando-se que o maracujazeiro permanecerá na área durante 2 anos, é possível obter-se entre 15 e 18 t/ha de frutos.

No consórcio do cupuaçuzeiro com o mamoeiro, a primeira espécie é plantada no espaçamento de 5 x 5 m e os mamoeiros nas entrelinhas, distanciados um dos outros em 2,5 m. Nas linhas de cupuaçuzeiro, também é plantado um mamoeiro entre uma planta e outra. Desse modo, o consórcio fica constituído por 400 cupuaçuzeiros e 1.200 mamoeiros em cada hectare.

A produção de mamão, que se inicia entre 6 e 8 meses após o plantio, pode proporcionar colheitas de 8,4 t no primeiro ano; 25,2 t no segundo; e 16,8 t no terceiro ano (Freitas, 1979). Após o terceiro ano, os mamoeiros são eliminados. Do mesmo modo que o consórcio cupuaçuzeiro e bananeira, o sistema pode ser ajustado para consórcios triplos, utilizando o açaizeiro, a pupunheira ou o coqueiro como constituintes definitivos, substituindo por ocasião do plantio cem plantas de mamão por uma dessas espécies. Nesse caso, o espaçamento para esse componente deve ser de 10 x 10 m.

Em todos esses sistemas, há, ainda, a possibilidade do plantio intercalar de culturas de ciclo curto, no primeiro ano. A cultura de ciclo curto deve ser implantada concomitantemente com as espécies perenes e semiperenes. Isto é particularmente importante para pequenos produtores, pois possibilita a geração de receitas já no primeiro ano após a implantação do pomar.

Sistema agroflorestal

Em sistemas agroflorestais, o cupuaçuzeiro vem sendo testado em combinação com espécies arbóreas madeireiras ou de uso múltiplo, não se podendo, ainda, discriminar quais as combinações mais eficientes. No entanto, resultados preliminares têm evidenciado que os sistemas em que a castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) é usada para o sombreamento definitivo são bastante promissores, devido, principalmente, à baixa competição por nutrientes desta com o cupuaçuzeiro (Locatelli et al., 1996; Marques; Ferreira, 1998; Quisen; Souza, 1998).

Como são múltiplas as possibilidades de consórcio do cupuaçuzeiro com outras culturas semiperenes e perenes, é necessário que, durante a tomada de decisão sobre as espécies que serão utilizadas no sistema, não sejam consideradas somente as vantagens biológicas do sistema, mas também as perspectivas do mercado consumidor atual e, principalmente, suas possibilidades de ampliação ou de saturação para os produtos oriundos das culturas consorciadas (Nogueira et al., 1991).

Podas de condução e de formação de copa

Quando não são efetuadas podas de condução e de formação de copa, o cupuaçuzeiro na idade adulta apresenta altura elevada, o que dificulta o controle de pragas e principalmente da doença vassoura de bruxa, fator que limita bastante a produção racional de frutos, uma vez que, sem a retirada da fonte de inóculos as reinfestações com o fungo são permanentes. Também o número de frutos rachados ou quebrados é maior, reduzindo a receita para o produtor. Nesse caso, a rachadura ou mesmo o quebramento dos frutos é provocado pelo impacto maior com o solo devido à altura ou mesmo devido a choques com ramos mais grossos da planta.

Para plantas oriundas de sementes, a condução do fuste, visando à redução do porte, é mais importante que a poda de formação de copa, pois apenas com a poda do ramo ortotrópico a copa ficará equilibrada e haverá o desenvolvimento de ramos de frutificação na trifurcação, sendo apenas mais lenta do que quando as extremidades desses ramos são cortadas (poda de formação de copa). Por sua vez, em plantas enxertadas, é imprescindível a utilização da poda de formação de copa, haja vista que nessa situação não há formação de trifurcações, havendo predominância de ramos em um só lado do tronco, o que provoca conformação de copa decumbente. Para cupuaçuzeiros enxertados, a poda de formação de copa visa não só obter plantas com ramos não decumbentes como também proporcionar maior número de ramos de frutificação. Para obter resultados satisfatórios, além da poda de formação, é fundamental o tutoramento das plantas até a idade de 2 anos. Nessa idade, o tronco já está verticalizado e com diâmetro suficiente para suportar o peso da copa.

No caso de plantas oriundas de sementes, a condução é efetuada através da eliminação do ramo ortotrópico recém-brotado, a partir da primeira ou segunda trifurcação. A decisão sobre o número de trifurcações que devem ser mantidas nas plantas dependerá da inclinação dos ramos plagiotrópicos. Quando estes formam ângulos em torno de 90° com o ramo ortotrópico, ou seja, apresentam-se paralelos à superfície do solo, devem ser mantidas duas trifurcações. Por sua vez, quando os ramos formarem ângulos em torno de 135° com a parte inferior do caule, apenas um conjunto de três ramos plagiotrópicos deve ser deixado.

Quando os ramos plagiotrópicos atingem 2 m de altura, são podados a 1,7 m, com o objetivo de forçar o lançamento de ramos laterais, o que possibilita que a copa adquira conformação de taça. A poda de condução deve ser realizada pelo menos uma vez durante o ano, com a eliminação das brotações

ortotrópicas que surjam no centro e nas proximidades da trifurcação. Essa prática é efetuada com canivete, quando as brotações são tenras, ou com serras, quando já apresentam consistência lenhosa (Müller; Carvalho, 1996). A época do ano em que essas brotações surgem com maior intensidade é no início do período de menor precipitação pluvial, quando as gemas perdem a dormência.

As plantas assim conduzidas ficam com altura em torno de 3,5 a 4,0 m, o que permite o adensamento dos pomares (espaçamento de 5 x 5 m). No entanto, o aspecto mais importante é permitir a eliminação dos ramos atacados por doenças, principalmente por vassoura de bruxa, e facilitar sobremaneira o ensacamento dos frutos, nas regiões onde a broca-dos-frutos representa um problema sério. Alguns têm contestado o uso dessa prática por reduzir a produtividade de frutos por planta, no entanto, quando se considera a produtividade por área, esta é equivalente ou mesmo superior à dos pomares estabelecidos com plantas não submetidas à condução.

Controle de plantas daninhas

O controle de plantas daninhas pode ser efetuado através de roçagens manual ou mecânica. Para evitar erosão laminar, não se deve efetuar capinas nas entrelinhas, de tal forma a deixar o solo sem cobertura vegetal, pois poderá haver o arraste da camada superior em decorrência da ação de chuvas fortes. No período de estiagem, é possível a incorporação de plantas daninhas das entrelinhas através de enxada rotativa. Já no período de chuvas intensas, essa técnica não deve ser utilizada.

Para manter o mato efetivamente controlado, a periodicidade das roçagens deve ser de 3 meses no período de chuvas e 4 meses no período da estiagem. O mato roçado deve ser utilizado como cobertura morta, em volta das plantas, principalmente na roçagem efetuada próxima ao período de estiagem, o que ajuda a manter a umidade do solo na região do sistema radicular, diminuindo o estresse hídrico e aumentando a disponibilidade de matéria orgânica para a cultura.

Além do controle das plantas daninhas nas entrelinhas, é necessário o coroamento em volta das plantas de cupuaçuzeiro, com vistas à eliminação total do mato nessa área, para evitar a competição por água e nutrientes. O coroamento pode ser efetuado por meio de capina manual ou química. A capina manual é indicada, especialmente, no primeiro ano após a implantação do pomar. No caso da opção por capinas químicas em pomares

com até 1 ano de idade, cuidados especiais devem ser adotados no intuito de que o herbicida não atinja as folhas dos cupuaçuzeiros. Em plantas adultas, o controle químico é mais adequado e econômico. O uso de capinas manual após o primeiro ano do plantio não é aconselhável, por provocar danos no sistema radicular e formar bacias em torno das plantas.

No que concerne ao controle químico do mato, somente um herbicida à base de glifosato está registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) do Brasil para o controle de plantas daninhas na cultura do cupuaçuzeiro.

Cobertura viva do solo

A utilização de cobertura viva com leguminosas, visando o controle de plantas daninhas e o enriquecimento do solo com nitrogênio e matéria orgânica, é prática pouco utilizada, pois não se dispõe de resultados consistentes que evidenciem as vantagens desse sistema na cultura do cupuaçuzeiro. Em Rondônia, tem sido incentivado o plantio nas entrelinhas de *Desmodium ovalifolium* e *Arachis pinto*i. A puerária (*Pueraria phaseoloides*), bastante usada como cobertura viva em seringais de cultivo e em dendezaís na Amazônia, não é indicada para pomares de cupuaçuzeiro, porque é uma trepadeira muito agressiva, exigindo manejo constante para que não envolvam a copa dos cupuaçuzeiros (Ribeiro, 1992).

Pequenos agricultores aproveitam as entrelinhas nos dois primeiros anos após o plantio, com a cultura do caupi (*Vigna unguiculata*). Nesse caso, o objetivo principal do plantio é a obtenção de grãos. O caupi é plantado no final do período de chuvas e, após a colheita, os restos da cultura são usados como cobertura morta.

Produtividade das plantas

A produtividade dos pomares é extremamente variável, dependendo, entre outros fatores, do nível de tecnologia usado, especialmente no que concerne ao controle da doença vassoura de bruxa e dos tratos culturais aplicados no pomar. Mesmo nos cultivos em que são adotados procedimentos técnicos adequados, existem grandes variações na produtividade entre plantas, em decorrência de a espécie ser alógama e predominar a propagação por sementes. Outro fator que dificulta a estimativa precisa da produtividade do cupuaçuzeiro está associado ao fato de que a espécie apresenta ciclicidade de produção (Müller; Carvalho, 1996; Souza, 1996).

Assim é que elevada safra em determinado ano é sucedida por safra menor no ano subsequente (Figura 1.16). Em pomares estabelecidos com mudas obtidas por sementes, a ciclicidade não se manifesta uniformemente em todas as plantas, sendo variável o percentual de redução ou de acréscimo de produtividade entre plantas. No entanto, dentro de um mesmo pomar, a maioria das plantas manifesta, concomitantemente, em maior ou menor intensidade, o fenômeno, especialmente quando está com idade superior a 8 anos, ocasião em que já apresentam área foliar suficiente para expressar o máximo potencial de produção de frutos.

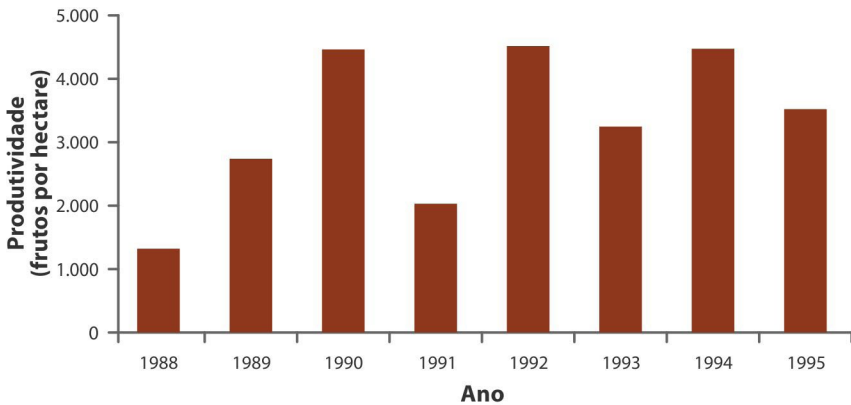


Figura 1.16. Ciclicidade de produção do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) no estado do Amazonas.

Fonte: Souza (1996).

Em alguns genótipos, como no clone BG-C-8501, a ciclicidade de produção se manifesta antes de a planta atingir idade suficiente para expressar sua máxima produtividade. Por sua vez, clones como BG-C-8506 e BG-C-8504 exibem tendência crescente de produtividade até os 9 anos de idade (Figura 1.17), o que é mais comumente observado.

As estimativas de produtividade, em termos de número de frutos por planta ao ano, apresentadas na Tabela 1.3, evidenciam a dificuldade de se postular rendimentos para a cultura do cupuaçuzeiro. As informações discordantes, na maioria dos casos, são decorrentes do fato de que essas estimativas consideram somente a produção de uma ou duas safras, quando, para ter bom nível de precisão, deveriam ser consideradas as produções de pelo menos seis safras consecutivas, após as plantas terem atingido 8 anos de idade (Müller; Carvalho, 1996).

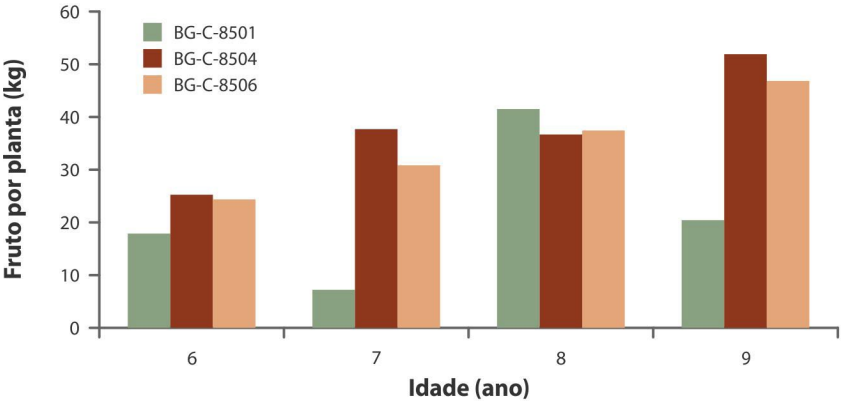


Figura 1.17. Produtividade dos clones de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) BG-C-8501, BG-C-8504 e BG-C-8506 em função da idade.

Fonte: Adaptado de Souza e Silva (1997).

Tabela 1.3. Estimativas de produtividade do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) em diferentes estados da Amazônia brasileira e na Bahia.

Local	Produtividade (fruto/planta/ano)	Observação
Amazonas ⁽¹⁾	17,2	Plantas com 6 anos de idade
Amazonas ⁽²⁾	26,0	Plantas com 10 anos de idade
Bahia ⁽³⁾	13,0	Plantas com 5 anos de idade
Pará ⁽⁴⁾	12,0	Plantas com idade superior a 30 anos
Pará ⁽⁵⁾	25,0	Plantas com 7 anos de idade
Pará ⁽⁵⁾	11,7	Plantas com 9 anos de idade
Rondônia ⁽⁶⁾	20,0–30,0	Plantas com 10 anos de idade

⁽¹⁾ Falcão e Lleras (1983), ⁽²⁾ Venturieri (1994), ⁽³⁾ Fraife Filho et al. (2009), ⁽⁴⁾ Calzavara et al. (1984), ⁽⁵⁾ Alves et al. (1997) e ⁽⁶⁾ Ribeiro (1992).

Nos pomares bem conduzidos, a produtividade média situa-se em torno de 15 kg de frutos por planta ao ano. Ressalte-se que, dentro de um mesmo pomar, encontram-se plantas com produtividades bem maiores e outras com produtividades insignificantes.

Referências

ADDISON, G.; TAVARES, R. Hibridization and grafting in species of *Theobroma* which occur in Amazonia. **Evolution**, v. 6, n. 4, p. 380-386, 1952.

ALVES, R. M.; OLIVEIRA, R. P. de; LIMA, R. R. de; NEVES, M. P. das; CHAVES, J. P.; RODRIGUES, M.; ARAÚJO, D. G. de; PIMENTEL, L. Pesquisas com recursos genéticos e melhoramento do cupuaçuzeiro em desenvolvimento na Embrapa-CPATU. In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA, 1., 1996, Manaus. **Anais [...]**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1996. p. 127-135. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 6).

ALVES, R. M.; CORREA, J. R. V.; GOMES, M. R. de O.; FERNANDES, G. L. da C. Melhoramento genético do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) no Estado do Pará. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1996, Belém, PA. **Anais [...]**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental: Jica, 1997. p. 127-146. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 89).

ALVES, R. M. **Recomendações técnicas para o plantio de clones de cupuaçuzeiro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 151).

ALVES, R. M. **Substituição de copa do cupuaçuzeiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 28 p.

ALVES, R. M. **Substituição de copa do cupuaçuzeiro**: método alternativo para controle da vassoura-de-bruxa. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 6 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 236).

ALVES, R. M.; CHAVES, S. F. da S. **Novas cultivares de cupuaçuzeiro da Embrapa Amazônia Oriental**: características e propagação. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019. 50 p.

CALZAVARA, B. B. G.; MÜLLER, C. H.; KAWAGE, O. de N. C. **Fruticultura tropical**: o cupuaçuzeiro, cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. 181 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 32).

CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H.; BENCHIMOL, R. L.; KATO, O. K.; ALVES, R. M. **Copoassu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.)**: cultivo y utilización. Caracas: FAO, Tratado de Cooperación Amazônica, 1999. 152 p.

COMISSÃO ESTADUAL DE SEMENTES E MUDAS DO PARÁ (Belém, PA). **Normas técnicas e padrões para a produção de mudas fiscalizadas no estado do Pará**. Belém, PA, 1997. 40 p.

DANTAS, S. da C.; SOUZA, V. F. de; ARAÚJO FILHO, O. S. de. Efeito do volume no recipiente no crescimento de mudas de cupuaçu. In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA, 1., 1996, Manaus. **Anais [...]**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1996. p. 156-157. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 6).

EULÁLIO, C. P. **Avaliação do comportamento de genótipos de bananeira (*Musa sp.*) no primeiro ciclo de produção em Belém, Pará**. Belém, PA: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1997. 15 p.

FALCÃO, M. de A.; LLERAS, E. Aspectos fenológicos ecológicos e de produtividade do cupuaçu, *Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum. **Acta Amazonica**, v. 13, n. 5-6, p. 725-735, 1983.



FERREIRA, M. das G. R.; CARVALHO, C. H. S.; CARNEIRO, A. de A.; DAMIÃO FILHO, C. F. Indução de embriogênese somática em cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 500-503, 2005.

FREITAS, J. M. de Q. **A cultura do mamão Havaí**. Belém, PA: Emater-PA, 1979. 24 p.

FRAIFE FILHO, G. A.; PINTO, W. S.; DANTAS, J. L. L. Cupuaçu. In: SANTOS-SEREJO, J. A.; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. S. (ed.). **Fruticultura Tropical**: espécies regionais e exóticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 173-184.

GARCIA, L. C. Influência da temperatura na germinação de sementes e no vigor de plântulas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 7, p. 1145-1150, 1994.



LIMA, R. R.; COSTA, J. P. C. da. **Coleta de plantas de cultura pré-colombiana na Amazônia brasileira**: I. Metodologia e expedições realizadas para coleta de germoplasma. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1997. 148 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 99).

LIMA, R. R.; COSTA, J. P. C. da. **Erradicação da vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiros adultos substituindo-se as copas por enxertos de clones resistentes e com boa produtividade**. Belém, PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2003. 34 p.

LOCATELLI, M.; SOUZA, V. F. de; VIEIRA, A. H.; QUISEN, R. C. Estudo do comportamento produtivo do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais. In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA, 1., 1996, Manaus. **Anais** [...]. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1996. p. 158-159. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 6).

MARQUES, L. C. T.; FERREIRA, C. A. P. Avaliação técnica e econômica de um sistema agroflorestal na região de Tapajós, Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém, PA. **Sistemas agroflorestais no contexto da qualidade ambiental e competitividade**: resumos expandidos. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1998. p. 146-149.

MÜLLER, C. H.; CALZAVARA, B. B. G.; KAHWAGE, O. de N. da C.; VIÉGAS, R. M. F.; KATO, A. K.; GUIMARÃES, P. E. de O. Enxertia de gema em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.). In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém, PA. **Anais** [...]. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1986a. p. 232-235.

MÜLLER, C. H.; CALZAVARA, B. B. G.; KAHWAGE, O. de N. da C.; VIÉGAS, R. M. F.; KATO, A. K.; GUIMARÃES, P. E. de O. Enxertia de ponteira em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.). In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém, PA. **Anais** [...]. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1986b. p. 237-243.

MÜLLER, C. H.; CARVALHO, J. E. U. de. Sistemas de propagação e técnicas de cultivo do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1996, Belém, PA. **Anais** [...]. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental: Jica, 1996. p. 57-75. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 89).

MÜLLER, C. H.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; NASCIMENTO, W. M. O. do; GALVÃO, E. U. P.; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. de B.; RODRIGUES, J. E. L. F.; CARVALHO, J. E. U. de; NUNES, A. M. L.; NAZARÉ, R. F. R. de; BARBOSA, W. C. de. **A cultura do cupuaçu**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1995. 61 p. (Embrapa-SPI. Coleção Plantar, 24).

NOGUEIRA, O. L.; CONTO, A. J. de; CALZAVARA, B. B. G.; TEIXEIRA, L. B.; KATO, O. R.; OLIVEIRA, R. F. **Recomendações para o cultivo de espécies perenes em sistemas consorciados**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1991. 61 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 56).



OLIVEIRA, M. C. C. de. **Descrição morfológica do processo de germinação das sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.)**. Manaus: UFAM, 1993. 44 p.

QUISEN, R. C.; SOUZA, V. F. de. Avaliação de sistemas agroflorestais de castanheira-do-brasil x cupuaçu em solos de baixa fertilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém, PA. **Sistemas agroflorestais no contexto da qualidade ambiental e competitividade**: resumos expandidos. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1998. p. 87-88.

RIBEIRO, G. D. **A cultura do cupuaçuzeiro em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa-CPAF Rondônia, 1992. 32 p. (Embrapa-CPAF Rondônia. Documentos, 89).

SANTOS, M. C. B. dos. **Crescimento de mudas de cupuaçuzeiro, em função da calagem e da adubação mineral**. Belém, PA: Fcap, 1997. 19 p.

SANTOS, W. N. M. dos. **Eficiência de métodos de remoção de resíduos de polpa e sua influência na germinação de sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.)**. Belém, PA: Fcap, 1996. 13 p.

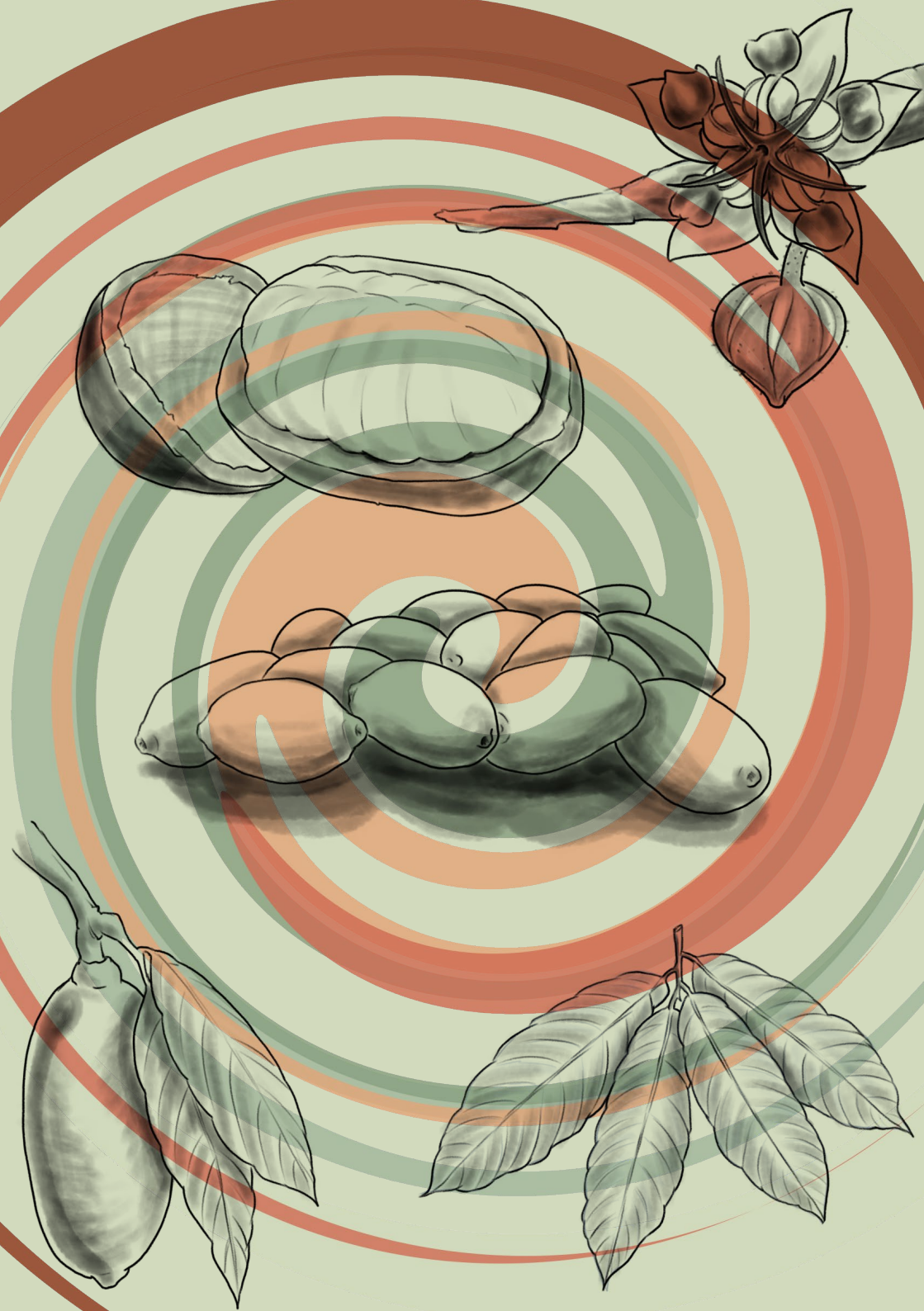
SILVA, R. M. da. **Estudo do sistema reprodutivo e divergência genética em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.)**. 1996. 151 f. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, A. das G. C. Recursos genéticos e melhoramento do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum). In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA, 1., 1996, Manaus. **Anais [...]**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1996. p. 110-126. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 6).

SOUZA, A. das G. C.; SILVA, S. E. L. da. Avaliação da produção de clones de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1996, Belém, PA. **Anais [...]**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental: Jica, 1997. p. 147-150. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 89).

VENTURIERI, G. A. **Floral biology of cupuassu (*Theobroma grandiflorum* Willdenow ex Sprengel) Scumann)**. 1994. 206 f. Thesis (PhD) – University of Reading, Reading.

VENTURIERI, G. A.; MARTEL, J. H. I.; MACHADO, G. M. E. Enxertia do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum.) com uso de gemas e garfos com e sem toalete. **Acta Amazonica**, v. 16/17, p. 27-40, 1986/1987.





Capítulo 2 – Os híbridos interespecíficos do gênero *Theobroma*

Carlos Rogério de Souza Silva
Giorgini Augusto Venturieri

A importância da formação de híbridos do gênero *Theobroma* para o melhoramento vegetal

A hibridação do cacaueteiro com espécies afins tem sido uma estratégia apontada para promover resistência a doenças como o inchaço dos brotos (*swollen shoot*) no Oeste da África e a vassoura de bruxa na América do Sul, mas outros objetivos podem ser sugeridos. No gênero *Theobroma* tem-se espécies que não apresentam abscisão espontânea de frutos, como o cacaueteiro (*Theobroma cacao*), e outras que o fazem espontaneamente, como o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), entre outras características desejáveis, podemos encontrar plantas com tamanho da copa reduzido (*Theobroma microcarpum*) e quase sem galhos laterais, como em *Theobroma speciosum*. Encontram-se ainda espécies raramente polinizadas, o que configura uma limitação à alta produtividade, e outras eficientemente polinizadas, como *Theobroma speciosum*. Essas espécies poderão ter atributos combináveis para produzirem plantas com queda espontânea de frutos para colheita mecanizada, com menor porte e mais eficientemente polinizadas para cultivos de alta produtividade em sistema superadensados.

Híbridos naturais

Híbridos naturais entre espécies de *Theobroma* são extremamente raros. Segundo Reksodihardjo (1964), existe apenas uma publicação (Baker et al., 1953) que relata a descoberta no Rio Caquetá, Floresta de Remolino (sudoeste da Colômbia), de uma árvore com características intermediárias entre *Theobroma obovatum* e *Theobroma subincanum*, o que sugere a sua possível origem híbrida, embora tenha sido nomeada como *Theobroma guianense* (Reksodihardjo, 1964; Silva et al., 2001). Essa árvore é a mesma mencionada na revisão do gênero *Theobroma* realizada por Cuatrecasas (1964), na qual ele informa a descoberta realizada por Cope e Holliday desse híbrido natural com 11 a 12 m de altura, cujo fruto seco apresenta-se quase liso, porém, flocoso e com pubescência lanosa em brotos jovens e folhas (exsicata T122 depositada nos herbários do Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad; Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá; U. S. National Herbarium, Washington).

Exame de espécimes em herbários tem sugerido a existência de outros híbridos de origem natural. Reksodihardjo (1964) menciona a existência de outras exsicatas de prováveis híbridos entre *T. obovatum* e *T. subincanum* (coletada na Colômbia, Cope e Holliday T117, depositados nos herbários do Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad, e do Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá) e duas exsicatas coletadas no Brasil (Fróes 20684 e 33783, depositadas no Herbário IAN). Reksodihardjo (1964) menciona ainda outras duas exsicatas de um provável híbrido de origem natural entre *Theobroma glaucum* e *Theobroma sylvestre* (*T. sylvestre* tratado na referência como o seu sinônimo *Theobroma martianum*) [exsicata Fróes 22114 e 25554 depositada no Herbário IAN].

A escassez de híbridos naturais entre espécies de *Theobroma* pode ser atribuída ao eficiente isolamento reprodutivo, que dificulta ou impede geneticamente a formação de híbridos devido às assincronias dos períodos receptivos das partes femininas, diferentes polinizadores e/ou sistema de aloincompatibilidade, mas pode ser também um artefato de coleta, uma vez que espécimes híbridos seriam raros e, por isso, passíveis de não serem coletados (Reksodihardjo, 1964; Venturieri, 1993; Rodrigues; Venturieri, 1997).

Hibridação experimental

A hibridação experimental interespecífica entre espécies do gênero *Theobroma* foi tentada pela primeira vez em 1937, em Trinidad, mas somente os resultados iniciais da pesquisa foram relatados (Posnette, 1945; Silva et al., 2004).

Uma série de experimentos de hibridação entre as espécies brasileiras do gênero *Theobroma* foram conduzidos entre os anos de 1945 e 1951, por George Addison e Rosendo Tavares, no Instituto Agrônômico do Norte, em Belém do Pará, e até o momento constitui o mais expressivo trabalho no assunto. Os cruzamentos envolveram todas as espécies brasileiras do gênero e outras afins pertencentes ao gênero *Herrania* (na época incluídas no gênero *Theobroma*, mas posteriormente transferidas para o gênero *Herrania*) (Silva et al., 2004).

Outros pesquisadores também tentaram obter híbridos artificiais, como George Basil Bartley, do Imperial College of Tropical Agriculture, em Trinidad, e Jorge Soria, do Interamerican Institute of Agricultural Sciences, em Turrialba, na Costa Rica, porém, não há publicação em detalhes de seus resultados (Reksodihardjo, 1964; Silva et al., 2004).

O trabalho de Posnette

Posnette (1945) utilizou o pólen de *Theobroma angustifolium* e *Theobroma bicolor* numa tentativa de formar híbridos em flores de árvores autoincompatíveis de *T. cacao* (tipo trinitário). As flores polinizadas por *T. bicolor* não tiveram retardamento do tempo de queda, não se desenvolveram, e não foi observado o crescimento de tubo polínico. O pólen de *T. angustifolium* germinou, causando o retardamento do tempo de queda da flor e o desenvolvimento ovariano. Um fruto desenvolveu-se quase até a maturidade, porém, antes de amadurecer foi destruído por fungos (Posnette, 1945). Fazendo o cruzamento recíproco, Posnette (1945) usou 50 flores de *T. angustifolium* que foram polinizadas com flores de *T. cacao*. Uma flor gerou fruto normal, contendo nove sementes totalmente desenvolvidas, com 5 g cada, porém, estas não germinaram. Segundo o autor, a compatibilidade entre o pólen de *T. angustifolium* e flores de *T. cacao* de tipos amazônicos parece ser rara, entretanto, em seus experimentos entre as polinizações efetuadas em uma árvore de *T. cacao* (tipo Nanay), 26% produziram frutos que se desenvolveram normalmente por 2 ou 3 meses, porém todos secaram posteriormente.

Esses experimentos de polinização descritos por Posnette (1945) foram realizados no Imperial College of Tropical Agriculture, durante a estação seca de 1943–1944 e, de acordo com o autor, a perda de frutos jovens que murchavam quando chegavam a um terço do seu tamanho deveu-se a causa fisiológica e não genética. Além do uso do pólen de *T. grandiflorum*,

T. bicolor e *Theobroma balaense*¹ foram utilizados sem sucesso em flores de *T. angustifolium*.

Na ocasião, foi considerado como indicativo de compatibilidade interespecífica o desenvolvimento de frutos por pelo menos 14 dias após a polinização. De acordo com esse critério, considerou o pólen de *T. grandiflorum* como parcialmente compatível com flores de alguns tipos amazônicos de *T. cacao* (Posnette, 1945). Foi observado que o pólen de *T. balaense* mostrou-se compatível com flores de *T. cacao* (dos tipos amazônico e trinitário). Exame microscópico revelou boa germinação do pólen e penetração normal dos tubos abaixo do estilete de *T. cacao*. Como resultado desse cruzamento, foi possível obter nove frutos. Em sete deles, todas as sementes apresentavam um embrião, porém, os cotilédones não se desenvolveram normalmente e as sementes mostraram-se quase ocas; nos outros dois frutos, algumas sementes aparentemente normais germinaram, porém, sem certeza se as plântulas eram híbridas (Posnette, 1945).

O trabalho de Addison e Tavares

O objetivo inicial de Addison e Tavares (1951) era hibridar *T. cacao* com as outras espécies do gênero, a fim de obter uma nova espécie que apresentasse resistência “às principais doenças do cacaueiro e que suportasse o plantio direto no campo, sem sombreamento”. Dessa forma, cruzaram todas as espécies de *Theobroma* da Amazônia (*T. grandiflorum*, *T. obovatum*, *T. subincanum*, *T. speciosum*, *T. sylvestre*, *T. microcarpum* e *T. bicolor*), incluindo a espécie *Herrania mariae*² com a espécie *T. cacao*, porém, não obtiveram êxito em suas tentativas de criar híbridos interespecíficos de cacaueiros.

Numa segunda etapa, Addison e Tavares (1951) cruzaram todas as espécies amazônicas entre si. Desses cruzamentos, obteve-se uma maior compreensão das relações de afinidades entre as espécies. Dentro da seção *Glossopetalum*, os autores obtiveram híbridos viáveis entre *T. grandiflorum*, *T. obovatum* e *T. subincanum*, resultantes de polinizações cruzadas em todas as direções, com exceção do cruzamento entre *T. grandiflorum* e *T. obovatum*, em que *T. obovatum* apenas doou pólen (Addison; Tavares, 1951). É importante ressaltar que o cruzamento entre *T. subincanum* e *T. obovatum*, segundo a nomenclatura adotada por Addison e Tavares (1951)

¹ A espécie *T. balaense* é, provavelmente, a espécie *Theobroma balaensis*, transferida por Cuatrecasas (1964) para o gênero *Herrania* (*Herrania balaensis*).

² Devido à falta de documentação de comprovação de herbário das espécies utilizadas no trabalho de Addison e Tavares (1951), Schultes é de opinião que uma das espécies utilizadas foi *Herrania nitida* e não a raríssima *Herrania mariae* em Reksodiardjo (1964, p. 41).

[SUOB = F_1 (*T. subincanum* x *T. obovatum*)], tratar-se-ia de um híbrido do tipo *T. subincanum* (mãe) e *T. obovatum* (pai), mesma conclusão tomada por Reksodihardjo (1964) e Cuatrecasas (1964). Entretanto, encontrou-se ainda no trabalho de Addison e Tavares (1951) uma observação sobre a segregação de cor das folhas das plântulas desses híbridos na qual mencionam: “É de se notar neste cruzamento que, mesmo utilizando-se o *subincanum* para planta mãe, como o *obovatum* (OB-01) segrega[...]”. Nesse contexto, não se sabe, com certeza, se os híbridos entre *T. obovatum* e *T. subincanum* obtidos correspondem a ambos os cruzamentos recíprocos (inferido da observação sobre segregação) ou apenas ao cruzamento em que *T. obovatum* funciona como doador de pólen (inferido da nomenclatura). Neste último caso, deve-se admitir a hipótese de que as plântulas do cruzamento em que *T. obovatum* foi utilizado como planta-mãe não eram totalmente viáveis e, por essa razão, não se desenvolveram.

Os híbridos de ambos os cruzamentos recíprocos entre *T. grandiflorum* e *T. subincanum* apresentaram vigor acentuado e de desenvolvimento normal. A avaliação da fertilidade dos grãos de pólen não foi realizada em razão de os híbridos ainda não terem florescido à época da publicação do trabalho (Addison; Tavares, 1951).

Os híbridos entre *T. grandiflorum* e *T. obovatum* apresentaram como característica acentuada um tipo de queima nas pontas das folhas dos indivíduos de crescimento abaixo do normal e alguns de crescimento normal. Algumas plantas desse cruzamento apresentavam folhas e crescimento perfeitamente normais e flores e número de sementes intermediárias aos parentais (Addison; Tavares, 1951). O tamanho do fruto (78 x 44 mm) aproximava-se mais de *T. obovatum*, apresentando queda quando maduro, característica de *T. grandiflorum*. Na textura do epicarpo do fruto, o híbrido tendia mais para o *T. obovatum*, sendo de coloração semelhante à do *T. grandiflorum*. Os grãos de pólen desses híbridos, quando examinados com uma mistura de iodo e iodeto de potássio, mostravam-se férteis na totalidade (Addison; Tavares, 1951).

Os híbridos entre *T. subincanum* e *T. obovatum* são árvores de pequeno porte, provavelmente devido à influência de *T. obovatum*, apresentando vários tipos de deformação nas folhas, até a supressão completa destas, e grãos de pólen perfeitamente normais e viáveis (Addison; Tavares, 1951).

Dentro da secção *Oreanthes*, os autores obtiveram híbridos viáveis entre *T. sylvestre* e *T. speciosum*. Quanto à sua forma vegetativa, esses híbridos são indistinguíveis das suas espécies parentais, entretanto, as flores têm

características intermediárias. Precocidade de floração, característica de *T. sylvestre*, foi observada nos híbridos resultantes de cruzamentos em que se utilizou *T. sylvestre* como planta-mãe. Esses híbridos, quando polinizados com pólen proveniente de *T. sylvestre*, apresentavam bom pegamento, porém, os frutos obtidos não se desenvolveram além de 2,5 cm, provavelmente por estarem em plantas ainda muito jovens à época em que se tentaram as polinizações (Addison; Tavares, 1951).

Os autores não obtiveram híbridos entre *T. bicolor* e as espécies da seção *Oreanthes* (*T. speciosum* e *T. sylvestre*), entretanto, quando *T. bicolor* foi utilizado como planta-mãe, os frutos se desenvolviam até aproximadamente 10 cm e depois caíam. Ao se utilizar *T. bicolor* como progenitor masculino, os frutos não se desenvolviam ou chegavam a atingir um tamanho de 3 cm em algumas plantas e depois secavam (Addison; Tavares, 1951).

As plântulas híbridas de *T. grandiflorum* e *T. cacao* conseguidas pelos autores foram demasiadamente frágeis e poucas atingiram 15 cm, entretanto, posteriormente, confirmou-se a hipótese de afinidade entre essas duas espécies, quando se conseguiu esse híbrido adulto (Martinson, 1966; Inter-specific [...], 1990).

O trabalho de Addison e Tavares (1951) também contemplou o comportamento das espécies brasileiras do gênero *Theobroma* (incluindo a atual *Herrania mariae*), nas diversas relações entre cavalo e cavaleiro, na enxertia de borbulhas. Esses autores concluíram que há uma afinidade bem estreita entre *T. grandiflorum*, *T. subincanum* e *T. obovatum*; estreita entre *T. sylvestre* e *T. speciosum* (ambas menos afins com *T. bicolor*) e menos estreita entre *T. grandiflorum* e *T. cacao*.

Addison e Tavares (1951) encontraram sinais de existência de incompatibilidade gênica em níveis variáveis dentro das espécies estudadas. Logo, a abrangência da proximidade filogenética proposta por esses autores, poderia estar sendo limitada pelo pequeno número de matrizes hibridadas, entre as quais algumas completamente incompatíveis.

Há, ainda, a utilização de marcadores moleculares RAPD e microsatélites para a confirmação da fecundação cruzada entre *Theobroma cacao* e *Theobroma grandiflorum* (Faleiro et al., 2003).

As hibridações realizadas por Addison e Tavares (1951) foram assentadas sob base restrita de conhecimentos do sistema de cruzamento, da biologia floral e da biossistemática das espécies envolvidas. Por essa razão, supõe-se que o insucesso de alguns cruzamentos estivesse sendo limitado pela falta dessas informações.

Híbridos entre espécies não brasileiras de *Theobroma*

Logrou-se êxito na obtenção de híbridos interespecíficos entre espécies não brasileiras de *Theobroma* utilizando polinizações artificiais. Obtiveram-se híbridos viáveis e de crescimento normal, com caracteres intermediários, entre *Theobroma mammosum* (mãe) e *T. angustifolium* (pai), obtidos por Bartley, em Trinidad (Reksodihardjo, 1964; Cuatrecasas, 1964); e árvores jovens e robustas obtidas por Soria, em Turrialba, Costa Rica, do cruzamento entre *T. mammosum* (pai) e *Theobroma simiarum* (mãe) e seu recíproco (Cuatrecasas, 1964).

Híbridos entre secções do gênero *Theobroma*

Há algumas décadas pensava-se que a hibridação entre espécies de secções diferentes era extremamente difícil, se não impossível (Reksodihardjo, 1964), entretanto, essa hipótese foi refutada quando se obtiveram híbridos entre *T. angustifolium* e *T. mammosum* e entre *T. simiarum* e *T. mammosum*, respectivamente pertencentes às secções Glossopetalum e Andropetalum, (Cuatrecasas, 1964). Em 1966, obteve-se um híbrido entre *T. grandiflorum* (secção Glossopetalum) e *T. cacao* (secção Theobroma) (Martinson, 1966; Inter-specific [...], 1990; Silva et al., 2004).

Tentativas fracassadas de hibridação de *Theobroma cacao*

Sementes híbridas foram produzidas polinizando-se o *T. cacao* com o pólen das espécies *T. microcarpum*, *T. angustifolium*, *T. mammosum*, *T. simiarum* e *Herrania mariae*, entretanto, essas sementes não conseguiram completar seu desenvolvimento (Cuatrecasas, 1964; Reksodihardjo, 1964). O cruzamento entre *T. angustifolium* e *T. cacao* produziu pequenas plântulas que não cresceram mais que 10 cm em 2 anos (Cuatrecasas, 1964; Reksodihardjo, 1964). Cruzamentos entre *T. cacao* e *T. mammosum* produziram frutos, porém, suas sementes eram muito frágeis; o mesmo ocorrendo no cruzamento entre *T. cacao* e *T. simiarum* (Cuatrecasas, 1964; Reksodihardjo, 1964).

Hibridações entre *T. cacao* e *T. speciosum* forneceram 979 sementes, de 29 frutos, provenientes de 719 polinizações. A maioria dessas sementes eram mal conformadas e friáveis, das quais não se obteve nenhuma planta (Addison; Tavares, 1951). Do cruzamento entre *T. cacao* e *T. microcarpum* obtiveram 11 frutos, de 798 polinizações, que forneceram 26 sementes, das

quais se obtiveram três plantas que não se desenvolveram além de 10 cm (Addison; Tavares, 1951). A hibridação entre *T. cacao* e *T. obovatum* produziu apenas um fruto de 36 polinizações, o qual forneceu apenas uma semente que não germinou (Addison; Tavares, 1951). O cruzamento entre *T. cacao* e *Herrania mariae* forneceu quatro frutos, resultantes de 14 polinizações; 51 sementes aparentemente boas foram produzidas, entretanto, quando estas foram colocadas para germinar intumesciam, ficavam com os cotilédones verdes e em algumas aparecia uma raiz que pouco se desenvolvia (Addison; Tavares, 1951).

Dos cruzamentos recíprocos, isto é, utilizando *T. cacao* como planta-pai com *T. microcarpum*, *T. speciosum* ou *Herrania mariae*, não se obtiveram frutos ou as sementes dos frutos obtidas não eram híbridas (Addison; Tavares, 1951).

Registraram-se, ainda, duas tentativas de hibridação entre as espécies *T. cacao* (planta-mãe) e *T. bicolor*; uma feita por Addison e Tavares (1951) e outra por Soria (1961 citado por Reksodihardjo, 1964), ambas sem sucesso.

Deve-se registrar que *Herrania mariae*, uma espécie transferida do gênero *Theobroma*, produziu uma alta percentagem de frutos em relação ao número de polinizações feitas, quando cruzada com *T. cacao* (Addison; Tavares, 1951). Esse fato demonstra a afinidade existente entre estes dois gêneros e/ou reaviva a polêmica quanto à naturalidade do gênero *Herrania* (Ducke, 1953), embora a sua existência tenha sido assumida por Schultes (1958) e corroborada por Cuatrecasas (1964).

Híbridos interespecíficos do gênero *Theobroma*

Na Figura 1, é apresentado um resumo dos híbridos interespecíficos naturais ou experimentais do gênero *Theobroma* abrangendo todas as informações levantadas.

Com base na chave de identificação para as espécies brasileiras de *Theobroma* proposta por Ducke (1953), uma chave artificial para a identificação de híbridos interespecíficos foi desenvolvida por Silva et al. (2004), a qual está reproduzida na Figura 2.1. Os híbridos obtidos estão ilustrados nas Figuras 2.2 a 2.5.

1	Árvore multirramosa, tronco ereto, ramificação em três tomas, folhas simples. Pétala com a lâmina menor do que três vezes o comprimento da côgula	
2	Pétala com a lâmina elíptica. Estaminódios subulados. Frutos com cinco costas longitudinais pouco marcadas, não reticulados	
3	Estames com 3 anteríferos	<i>T. speciosum</i>
3	Estames com 2 anteríferos	
4	Pétala com a lâmina rosa ou marrom-avermelhada, com 2 × 2,2–2,5 mm. Flores, principalmente em ramos pequenos, alguns no tronco, em pequenos fascículos, sem cheiro ou com um perfume de baunilha fraco	<i>T. sylvestre</i>
4	Pétala com a lâmina vermelha, com 5–6 × 7–8 mm. Flores em ramos e no tronco, em pequenos fascículos, com aroma de limão	<i>T. sylvestre</i> x <i>T. speciosum</i>
2	Pétala com lâmina triangular em forma de quilha, unglículo tênue na base. Estaminódios com forma de pétala. Frutos não costados e nem reticulados	
5	Pétala com a lâmina vermelha, com 5–6 × 7–8 mm. Flores em ramos e no tronco, em pequenos fascículos, com aroma de limão	
6	Frutos com epicarpo granuloso	<i>T. obovatum</i>
6	Frutos sem epicarpo granuloso	
7	Frutos medindo 10 × 6 cm. Folhas frequentemente entre 30 × 15 cm	<i>T. subincanum</i>
7	Frutos medindo até 7 × 4 cm. Presença de dimorfismo foliar: folhas largas (30 × 15 cm) como em <i>T. subincanum</i> coexistem com folhas pequenas (20 × 7 cm) como em <i>T. obovatum</i>	<i>T. subincanum</i> x <i>T. obovatum</i>
5	Frutos elipsoides, subglobosos ou subcilíndricos	
8	Staminódios lanceolados, abruptamente acuminados no ápice	<i>T. grandiflorum</i>
8	Staminódios oblongos, inflexos, com ápice agudo	
9	Epicarpo com tomento macio e desigualmente distribuído. Staminódios medindo de 11–13 × 3 mm	<i>T. grandiflorum</i> x <i>T. obovatum</i>
9	Epicarpo com tomento macio uniformemente distribuído. Estaminódios medindo de 10–11 × 3 mm	<i>T. grandiflorum</i> x <i>T. subincanum</i>

Figura 2.1. Chave para a identificação de híbridos interespecíficos.

Fonte: Silva et al. (2004).

Foto: Giorgini A. Venturieri



Figura 2.2. *Theobroma sylvestre* × *Theobroma speciosum*: flor.

Foto: Giorgio C. Venturieri



Figura 2.3. *Theobroma subincanum* × *Theobroma obovatum*: fruto.

Foto: Giorgini A. Venturieri



Figura 2.4. *Theobroma grandiflorum* × *Theobroma obovatum*: fruto.

Foto: Giorgio C. Venturieri



Figura 2.5. *Theobroma grandiflorum* × *Theobroma subincanum*: fruto.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Giorgio Cristino Venturieri pela cessão de parte das fotos apresentadas no capítulo.

Referências

ADDISON, G. O.; TAVARES, R. M. Observações sobre as espécies do gênero *Theobroma* que ocorrem na Amazônia. **Boletim Técnico. IAN**, n. 25, p. 1-20, out. 1951.

BAKER, R. E. D.; COPE, F. W.; HOLLIDAY, P. C.; BARTLEY, B. G. D.; TAYLOR, J. The Anglo-Colombian cacao collection expedition. In: THE IMPERIAL COLLEGE OF TROPICAL AGRICULTURE. **A Report on Cacao Research 1952**. St. Augustine, Trinidad, 1953. v. 1, p. 8-29.

CUATRECASAS, J. **Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma***. Washington, DC: Smithsonian Institution, 1964. p. 379-614. (Contribution from the United States National Herbarium, v. 35).

DUCKE, A. As espécies brasileiras do gênero *Theobroma*. **Boletim Técnico. IAN**, n. 28, p. 1-89, 1953.

FALEIRO, F. G.; PIRES, J. L.; LOPES, U. V. Uso de marcadores moleculares RAPD e microsatélites visando a confirmação da fecundação cruzada entre *Theobroma cacao* e *Theobroma grandiflorum*. **Agrotropica**, v. 15, n. 1, p. 41-46, 2003.

INTER-SPECIFIC hybridization. Tafo: Cococa Research Institute, 1990. (CRIG Newsletter, n. 6).

MARTINSON, V. A. Hybridization of cacao and *Theobroma grandiflorum*. **The Journal of Heredity**, v. 57, n. 4, p. 134-136, 1966.

POSNETTE, A. F. Interspecific pollination in *Theobroma*. **Tropical Agriculture**, v. 22, p. 188-190, 1945.

REKSODIHARDJO, W. S. **The species of the genus *Theobroma***. 1964. 208 f. Thesis (PhD) – Harvard University, Cambridge, Massachusetts.

RODRIGUES, A. de A.; VENTURIERI, G. A. Comportamento floral do cupuí (*Theobroma subincanum*). In: ENCONTRO DE BOTÂNICA ECONÔMICA DE ESPÉCIES NATIVAS DA AMÉRICA LATINA, 1., 1997, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: Cati, 1997.

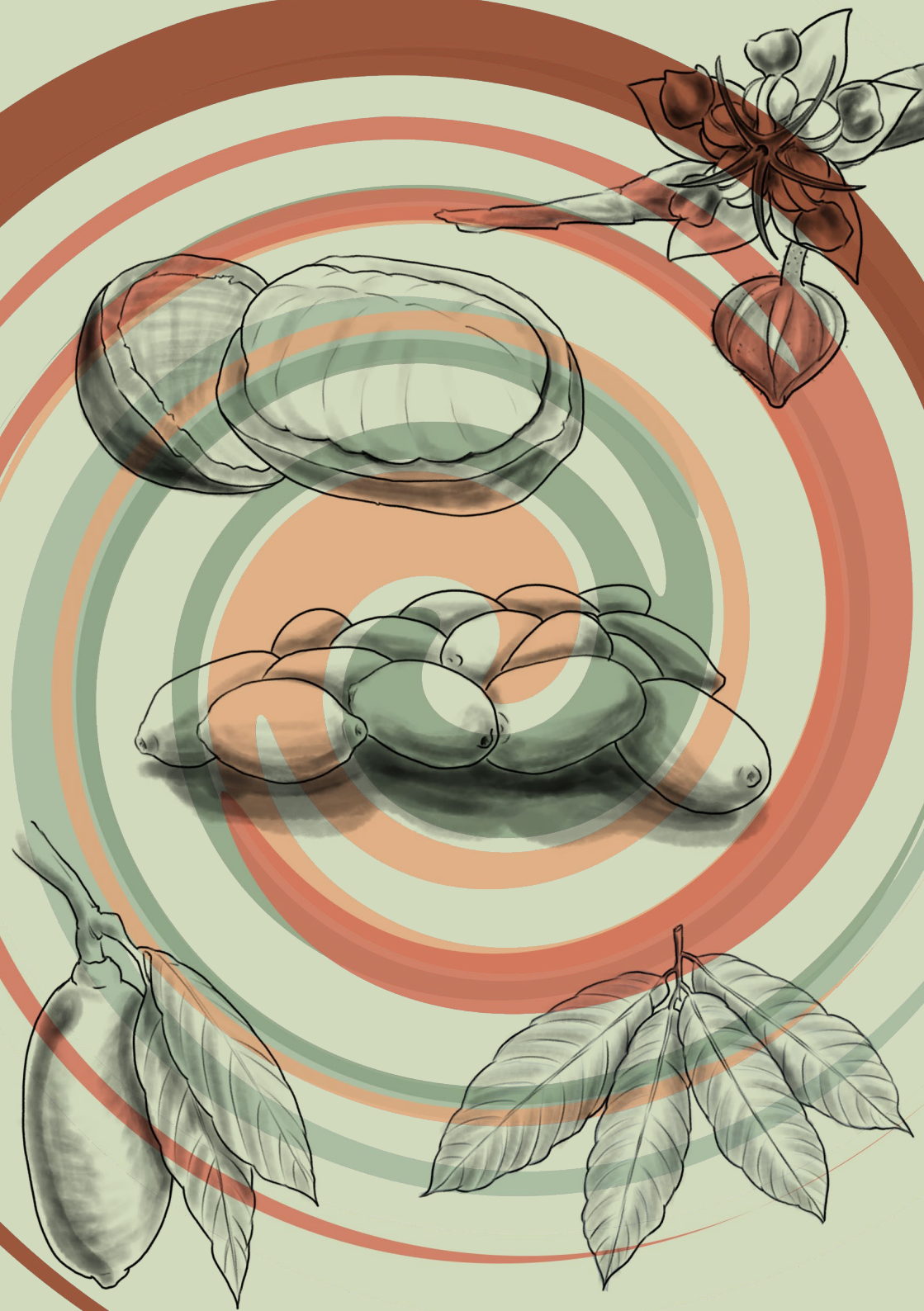
SCHULTES, R. E. A Sinopsis of *Herrania*. **Journal of the Arnold Arboretum**, v. 39, n. 3, p. 217-295, 1958.

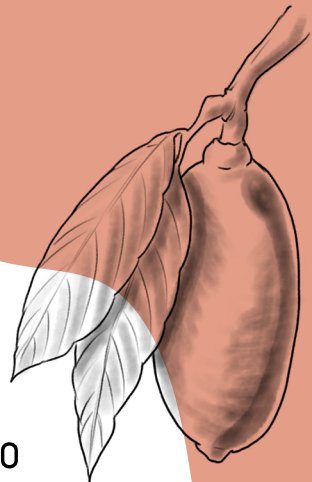
SILVA, C. R. S.; FIGUEIRA, A. V. O.; SOUZA, E. C. A. S. Diversidade no gênero *Theobroma*. In: DIAS, L. A. S. (ed.). **Melhoramento genético do cacauero**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 2001. p. 49-80.

SILVA, C. R.; VENTURIERI, G. A.; FIGUEIRA, A. Description of Amazonian *Theobroma* L. collections, species identification and characterization of interspecific hybrids. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 2, p. 333-341, 2004.

SOUZA, M. S. de; VENTURIERI, G. A. Floral biology of cacauihy (*Theobroma speciosum* - Malvaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 4, p. 861-872, 2010.

VENTURIERI, G. A. **Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento**. Belém, PA: Clube do cupu, 1993. 108 p.





Capítulo 3 – Melhoramento genético do cupuaçuzeiro no estado do Pará

Rafael Moysés Alves

Introdução

O cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum.] é uma fruteira perene, originada da região amazônica, mais especificamente no sudeste do Pará e noroeste do Maranhão (Cuatrecasas, 1964).

Como outras espécies de origem amazônica, essa fruteira enfrenta condicionantes biológicos quando cultivada nessa região. Entre estes, destaca-se o fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel), causador da doença conhecida como vassoura de bruxa, que ataca também o cacauzeiro (*Theobroma cacao*), e que fez com que o Brasil perdesse posição no ranking da produção mundial de cacau (Mascarenhas et al., 2000).

De acordo com Allard (1971), no centro de origem de uma espécie, os mecanismos de coevolução planta-patógeno contribuem para a vasta diversidade de patógenos e a grande variabilidade genética observada nas populações naturais. Com a ampliação das áreas de cultivo do cupuaçuzeiro, essa enfermidade tornou-se cada vez mais importante, de modo que, nas regiões mais tradicionais, as perdas começam a inviabilizar a cultura. A enfermidade causa diferentes níveis de danos, com variação planta a planta, em função de fatores genéticos e ambientais (Alves et al., 1997b; Carvalho et al., 1999; Chaves et al., 2022).

Até a década de 1970, o cupuaçuzeiro era uma espécie silvestre cultivada em pomares caseiros, assim como as diversas espécies frutíferas da região amazônica. O colapso da cultura da pimenteira-do-reino (*Piper nigrum*) no

município de Tomé-Açu, PA, causado pelo ataque epidêmico da fusariose, promoveu o surgimento dos primeiros plantios comerciais (Alves, 2002). Os agricultores, na maioria de origem japonesa, buscaram diversificar os sistemas de produção agrícola utilizando diferentes fruteiras, entre elas o cupuaçuzeiro.

Entretanto, não havia material genético selecionado para o cultivo comercial. As mudas eram preparadas a partir de sementes oriundas de populações nativas, pomares caseiros e pequenos plantios. A origem diversificada das sementes promoveu uma grande variabilidade nos plantios, em que plantas com excelente capacidade de produção de frutos se alternavam com plantas, praticamente improdutivas. A consequência dessa prática redundou na situação que se observa na maioria dos plantios: elevada variabilidade quanto a produção de frutos, formato do fruto, arquitetura da copa, formato da folha, entre outros, à semelhança do que ocorre nas condições silvestres (Alves et al., 1998b).

Nos primeiros anos, os cultivos tiveram um bom desempenho produtivo, visto que eram plantados em substituição aos pimentais decadentes, cujo solo possuía boa fertilidade, decorrente das pesadas adubações realizadas nas pimenteiras. No entanto, a elevada variação genética no plantio acabou por ocasionar a redução da produtividade média desses pomares a médio e longo prazo (Alves et al., 1998b; Souza et al., 1998). Além disso, fez com que o ataque da vassoura de bruxa, um dia endêmico, evoluísse para uma epidemia (Alves, 2002).

Na tentativa de modificar esse cenário, programas de melhoramento genético dessa espécie têm sido conduzidos na Amazônia Oriental (Alves, 1999), na Amazônia Ocidental (Souza et al., 2002) e, mais recentemente, em todos os estados da região Norte. O objetivo básico desses programas é desenvolver materiais genéticos superiores para a produção de frutos e resistência a agentes bióticos e fatores abióticos adversos, com ênfase para a vassoura de bruxa, a custos que garantam uma rentabilidade aos agricultores (Alves, 2002).

Diante do exposto, o presente capítulo apresentará os principais avanços do programa de melhoramento genético do cupuaçuzeiro da Embrapa, bem como sua visão estratégica aos desafios que surgirão nas próximas décadas.

Biologia floral

O sistema de reprodução de uma espécie determina como as informações genéticas serão transferidas de uma geração para outra (Wright, 1921), auxiliando a conservação e o melhoramento genético das espécies. O

conhecimento sobre como os genes serão combinados para originar a próxima geração permite delinear estratégias para a seleção de genótipos superiores e a retenção de parte da variabilidade genética para utilização futura.

As plantas do cupuaçuzeiro florescem no período de julho a dezembro, que é o mais seco do ano, e frutificam de agosto a abril (Prance; Silva, 1975), com o pico de frutificação acontecendo no primeiro trimestre do ano, mais chuvoso. A flor de *T. grandiflorum*, apesar de hermafrodita, apresenta barreiras anatômicas extremamente eficientes em dificultar o acesso direto dos grãos de pólen das anteras para o estigma. Silva (1996) observou que 100% da autopolinização espontânea foi impedida simplesmente pelo fenômeno da hercogamia. Em *T. cacao*, a presença de barreiras físicas na flor favorece a alogamia, mesmo em indivíduos autocompatíveis (Souza; Dias, 2001).

Silva (1996) verificou também que *T. grandiflorum* não apresentava agamospermia, sendo necessária a polinização para que haja a formação de frutos. Em trabalhos realizados por Silva (1996) e Alves et al. (1997b), foi verificado que todas as tentativas de autofecundação forçada do cupuaçuzeiro não tiveram sucesso.

Todos esses resultados indicaram que *T. grandiflorum* apresentaria mecanismo de autoincompatibilidade e forte tendência à alogamia como forma predominante de reprodução (Venturieri, 1993; Venturieri; Ribeiro Filho, 1995; Silva, 1996; Alves et al., 1997a). Entretanto, Addison e Tavares (1951) encontraram uma matriz de cupuaçuzeiro que era tanto auto como alocompatível. Verificaram que essa matriz era a que mais facilmente se hibridizava com plantas das outras espécies do gênero, sugerindo que a base bioquímica do processo de inativação da incompatibilidade era a mesma, tanto intraespecífica quanto interespecífica.

A presença de autoincompatibilidade parece ser comum em muitas espécies tropicais (Bullock, 1985), sendo uma forma eficiente para evitar endogamia. No gênero *Theobroma*, sistemas de autoincompatibilidade também parecem ser comuns e foram bastante estudados em *T. cacao* (Knight; Rogers, 1955; Cope, 1962). Aneja et al. (1994), trabalhando com o clone de *T. cacao* IMC 30, autoincompatível, verificou que o mecanismo de autoincompatibilidade atuava em dois estágios: prevenindo inicialmente a germinação do pólen e a fusão gamética. À semelhança de *T. cacao*, *T. grandiflorum* apresenta autoincompatibilidade com reação no ovário, pré-zigótica, ocorrendo abscisão da flor antes da formação do embrião.

A estimativa da taxa de cruzamento multilocos também sugere *T. grandiflorum* como uma espécie perfeitamente alógama (Alves et al., 2003a).

Foco do melhoramento

Provavelmente, os primeiros “melhoristas” do cupuaçuzeiro foram os índios do interior da Amazônia que, no seu modo de vida nômade, levavam as sementes das espécies que mais lhe apeteciam de uma aldeia para outra. No seu caminhar pela floresta, foram deixando populações de cupuaçuzeiro semiespontâneas que serviram para aumentar a variabilidade da espécie (Clement, 1999). Paralelamente, transferiram as sementes dos genótipos que mais lhes impressionavam, como fruto grande, sabor mais agradável, com coloração mais intensa, etc., sem intencionar, necessariamente, o melhoramento dessas ou de outras características.

O primeiro passo para iniciar um programa de melhoramento genético é definir claramente os problemas que afetam a espécie a ser estudada, para que se possa estabelecer uma estratégia que venha ao encontro das soluções. Como toda espécie em processo de domesticação, o cupuaçuzeiro apresenta várias características que precisam ser melhoradas para torná-lo biológica e economicamente viável, estando apto a entrar no sistema de produção. Encontrar um genótipo pronto na natureza requer um esforço de coleta muito amplo, dispendioso e pouco factível. Além disso, fazer piramidação gênica em espécies perenes com longos ciclos de melhoramento não é tarefa viável pelos procedimentos clássicos (Chaves et al., 2021). A melhor estratégia é buscar na variabilidade disponível na natureza genótipos que já se aproximem do ideal, deixando para o melhoramento acrescentar aquelas características que estão faltando para atender aos diferentes objetivos.

Desde os primeiros trabalhos de melhoramento do cupuaçuzeiro, observou-se que a baixa produtividade da espécie associada à vassoura de bruxa são os fatores que podem dificultar a sua domesticação no intuito de torná-la uma cultura sustentável. O esforço inicial de se buscar na natureza matrizes assintomáticas para essa doença, submetê-las às condições favoráveis para ocorrência de epidemias, avaliá-las quanto à resistência e produção de frutos foi a solução inicial encontrada (Lima et al., 1986; Lima; Costa, 1991; Lima; Costa, 1997).

Atualmente outros problemas apareceram, como: suscetibilidade à broca-do-fruto; intolerância à seca; necessidade de polpa com teores de sólidos solúveis mais elevados e com menores níveis de acidez; assim como aumento na percentagem de frutos férteis, entre outros. A Figura 3.1 apresenta uma linha do tempo com os principais acontecimentos dos programas de melhoramento de cupuaçuzeiro na Amazônia, os quais serão detalhados nas seções seguintes.



Figura 3.1. Linha do tempo dos principais acontecimentos dos programas de melhoramento de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) na Amazônia.

Formação das coleções

A grande variabilidade genética que existe dentro das populações naturais e a forma de distribuição das plantas dentro do complexo multiespecífico da floresta, provavelmente, são os fatores que garantem a sustentabilidade biológica das populações.

Para a formação das coleções, a busca por germoplasma com boa produção de fruto, resistente à vassoura de bruxa e a outros patógenos, deve ser a mais ampla possível, no intuito de reunir genes e genótipos com a máxima variabilidade para as características desejáveis (Alves; Figueira, 2002).

Populações naturais, áreas de plantios comerciais e pomares caseiros foram prospectados para constituírem as coleções existentes no Pará e conservadas na Embrapa Amazônia Oriental, com sede em Belém, PA.

Coletas foram realizadas em toda a região amazônica, ao longo da calha do Rio Amazonas e seus afluentes (Lima et al., 1986; Lima; Costa, 1991, 1997), em populações naturais remanescentes do sudeste do Pará e noroeste do Maranhão (Alves, 2002), plantios comerciais (Alves et al., 1998a) e pomares caseiros. As primeiras coletas foram direcionadas para plantas assintomáticas e que apresentavam boa produção de frutos. A propagação vegetativa foi a opção para capturar integralmente o genótipo. Em coletas posteriores, foi empregada a propagação sexuada para aumentar a variabilidade genética dos acessos, visando outros caracteres de interesse.

Como o cupuaçuzeiro apresenta sementes recalcitrantes, as coleções foram implantadas no campo logo após a coleta. Para promover uma rápida instalação da doença, ramos com vassoura de bruxa foram trazidos de plantios externos e colocados nas plantas. Outra providência foi colocar plantas susceptíveis em diferentes pontos do terreno, para que servissem como indicadores da presença da vassoura de bruxa e incrementassem a fonte de inóculo (Lima; Costa, 1997). Já no primeiro ano, houve manifestação da doença em alguns acessos, evoluindo para quase 90% após 10 anos de implantação do pomar (Alves et al., 1997b, 2009).

Alves et al. (2007) reportam a diversidade genética existente entre e dentro dessas populações. A manutenção de plantas a campo permite a avaliação dos genótipos quanto à resistência às doenças, as características fenológicas e produtivas dos materiais e, ainda, conhecer a compatibilidade entre os acessos, fundamental para recomendações de grupos de clones (Alves, 2005a).

Para uma fruteira perene com ciclo de melhoramento de pelo menos 10 anos, o conjunto dessas informações permite discriminar os acessos, identificar os mais promissores e selecioná-los. Sua recomendação imediata aos produtores para plantio em pequena escala dependerá do fornecimento de sementes em escala suficiente para o atendimento dessa demanda.

Em função da ausência de sementes selecionadas de cupuaçuzeiro, as primeiras cultivares (Coari, Codajás, Manacapuru e Belém) lançadas pela Embrapa Amazônia Oriental, em 2002, saíram diretamente das coleções de trabalho para as áreas dos produtores. Ensaios posteriores, avaliando o comportamento desses materiais em diferentes ambientes, permitiram uma recomendação mais abrangente das quatro cultivares.

Tais recomendações foram possíveis pela avaliação e caracterização de materiais diretamente dos Bancos Ativos de Germoplasma (BAG), de onde foi possível identificar genótipos com potencial para serem imediatamente recomendados aos produtores. A fenotipagem no BAG também visa à avaliação da diversidade, bem como a caracterização propriamente dita dos materiais. Um BAG com genótipos conhecidos é a base fundamental do programa de melhoramento.

Métodos de melhoramento e estratégias

O programa de melhoramento genético do cupuaçuzeiro desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental visa desenvolver dois tipos de materiais genéticos: clones e populações melhoradas.

A facilidade de propagação dessa fruteira, tanto sexuada quanto assexuada, aliada à exploração da heterose, amplia os métodos de melhoramento e abriu diferentes opções que podem associar a resistência à vassoura de bruxa à alta produção de frutos.

Dessa forma, adotou-se uma estratégia em que o primeiro passo se baseia em identificar e selecionar nas coleções os progenitores que darão início ao programa de melhoramento, por meio da seleção massal ou seleção massal estratificada (Embrapa Amazônia Oriental, 1999).

Os parentais selecionados são inter cruzados, utilizando-se esquemas dialélicos completos e incompletos. As hibridizações são realizadas através de polinizações manuais controladas. As progênies de irmãos completos são avaliadas em um ou mais ambientes. Empregando-se seleção entre e dentro de progênies, as melhores matrizes são identificadas, selecionadas e clonadas. Os clones seguem para avaliação clonal em pequena escala e, após nova triagem, são avaliados em experimento de larga escala (Embrapa, 1999). Como cada ciclo de melhoramento leva em torno de 15 anos, convém que outras estratégias sejam implementadas paralelamente.

Assim, os clones selecionados em pequena escala deverão ser reunidos em um lote isolado de outros plantios, constituindo um pomar de sementes, para maximizar a polinização natural, uma vez que cada planta será arranjada no campo de forma que fique afastada de outra do mesmo clone, dispensando o emprego de cruzamentos controlados (Alves, 2012a). O produto dessa linha de pesquisa será uma população melhorada de primeiro ciclo, que deverá ser avaliada em diferentes ambientes para futura seleção e recomendação aos produtores. Também se constituirá em fonte de materiais que darão origem a um novo ciclo de seleção.

A opção pela busca de cultivares na forma de clones confere elevado ganho genético por ciclo de melhoramento, dando respostas mais imediatas às demandas de material de plantação. Entretanto, oferece riscos de quebra da resistência, pois o produto dessa linha de pesquisa são clones elites com base genética restrita. São materiais mais recomendados para produtores capazes de usar maiores tecnologias, que terão condições de agregar ao controle genético, caso necessário, práticas agrônomicas como controle fitossanitário, envolvendo aplicações de fungicidas e poda profilática das vassouras (ramos) e frutos atacados. Para tentar minimizar o problema, a seleção dos clones deverá ser efetuada em condições de campo, de forma que as manifestações de resistência horizontal sejam também consideradas (Alves; Ferreira, 2012).

Porém, para a grande demanda oriunda dos pequenos agricultores, o tipo de material genético a ser disponibilizado deve ser uma população melhorada ou composta por diferentes híbridos, fundamental para manutenção segura de uma ampla base genética (Alves et al., 2010; Alves, 2012a).

Portanto, a estratégia a ser adotada privilegiará o melhoramento populacional (Alves, 1999). Os genitores que darão origem à população, ou os híbridos, serão constituídos por clones comprovadamente resistentes a vassoura de bruxa, portadores de diferentes fontes de resistência e clones altamente produtivos, também oriundos de diferentes procedências.

A população melhorada obtida terá condições de interagir com a doença, à semelhança do que ocorre nas populações naturais, numa ação tampão muito parecida ao procedimento multilinhas utilizado em plantas anuais. Também deverá apresentar uma produtividade média superior e mais estável que a observada nos plantios atuais.

Nos ciclos seguintes, será adotada a seleção recorrente, que visará aumentar na população a frequência dos genes responsáveis pelas características agrônomicas mais importantes (Embrapa, 1999).

Portanto, em relação ao tipo de material de plantio anterior (clone), a expectativa é de ganhos genéticos menores, porém com maior estabilidade e longevidade da cultura no campo.

Cultivares lançadas

A Embrapa Amazônia Oriental iniciou, em 1984, um programa de melhoramento genético com a formação de uma coleção constituída por genótipos coletados em condições silvestres, pomares caseiros e plantios comerciais (Lima et al., 1986; Lima; Costa, 1991, 1997; Pimentel; Alves, 1995; Alves et al., 2003b).

Após criterioso trabalho de avaliação e seleção, o programa lançou, em 2002, quatro cultivares de cupuaçuzeiro tolerantes à vassoura de bruxa denominadas Coari, Codajás, Manacapuru e Belém (Cruz et al., 2000; Alves; Cruz, 2003). Essas cultivares são clones que se destacaram nos ensaios de campo por apresentarem, além de tolerância à vassoura de bruxa, produtividade média de 13 frutos por planta por safra e polpa com teores médios de 14 °Brix. A adoção dessas tecnologias promove a redução de até 50% nos custos de produção para os produtores, pois evita a necessidade de poda de ramos, flores e frutos afetados pela doença. Esses atributos

contribuíram para reestabelecer a confiança dos produtores na cultura, tanto na ampliação da área plantada quanto na recuperação dos pomares doentes, por meio da renovação das copas via enxertia, à semelhança do que foi praticado pelos cacauicultores no estado da Bahia (Alves, 2012b).

Plantios clonais de espécies frutíferas com sistema de reprodução cruzada, como o cupuaçuzeiro, exigem cuidados tanto na implantação do pomar como em sua condução.

Estudos desenvolvidos por Venturieri (1993, 1994), Alves (2005a) e Silva (1996) demonstraram que o cupuaçuzeiro não aceita autofecundação. Para que haja produção de frutos, o inseto polinizador tem que transportar o pólen de uma planta para o órgão feminino de outra planta geneticamente diferente. Quando o plantio é realizado com um único clone (plantio monoclonal) todas as plantas são geneticamente iguais, não havendo possibilidade de produção de frutos, pois, mesmo que o polinizador transporte o pólen de uma planta para outra, estará provocando autofecundação (Figura 3.2). Haverá necessidade, portanto, de utilizar dois ou mais clones (plantio policlonal) para que a produção seja a esperada (Alves, 2005b). Porém, deve ser evitado o sistema de plantio policlonal em blocos monoclonais, pois somente haverá produção de frutos nas plantas localizadas nas bordas de contato dos blocos (Figura 3.3). Plantas dos diferentes clones deverão ser arranjadas alternadamente no campo, para maximizar a polinização (Figuras 3.4 e 3.5).

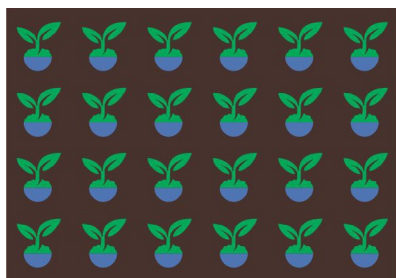


Figura 3.2. Plantio de um único clone (monoclonal): arranjo de campo totalmente ineficiente, pois como todas as plantas são de um único material clonal (BRS 337), qualquer polinização que ocorra dentro ou entre linhas não resultará em produção de frutos.

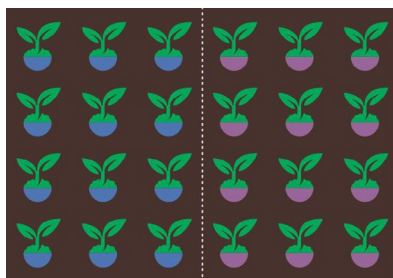


Figura 3.3. Plantio de dois ou mais clones em blocos (policlonal com blocos monoclonais): arranjo de campo ineficiente, pois cada bloco apresenta um único material clonal (BRS 337 = azul; BRS 349 = roxo).



Figura 3.4. Plantio policlonal com linhas monoclonais: arranjo de campo parcialmente eficiente, em que a produção de frutos será decorrente de cruzamentos entre as plantas de linhas diferentes, reduzindo a produção total da área.



Figura 3.5. Plantio inteiramente policlonal: arranjo de campo eficiente, pois como há alternância de plantas dos cinco clones (BRS 337, BRS 338, BRS 340, BRS 346 e BRS 349) na linha e entrelinhas de plantio, a produção de frutos decorrerá de polinização em qualquer direção.

Na montagem do pomar, a participação dos clones em campo não precisa ser, necessariamente, igual. Alves (2005b) recomendou para as cultivares lançadas em 2002 as seguintes proporções: 25% de plantas do Coari, 25% do Manacapuru, 37,5% do Codajás e 12,5% do Belém (Figura 3.6). Isto porque a qualidade do fruto da cultivar Belém era inferior aos demais clones. Porém, era importante na composição como fonte de pólen, por ser totalmente compatível com as demais cultivares.

Fotos: Rafael Moysés Alves



Figura 3.6. Cultivares de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) lançadas pela Embrapa Amazônia Oriental, em 2002: BRS Coari (A), BRS Codajás (B), BRS Manacapuru (C) e BRS Belém (D).

Paralelamente, o programa de melhoramento do cupuaçuzeiro buscou um material mais produtivo, propagado por sementes e que apresentasse fontes distintas de resistência à vassoura de bruxa (Alves et al., 2003b; Alves; Resende, 2008). A necessidade de diversificação das fontes de resistência é decorrente do risco que correria o produtor em utilizar materiais uniformes. O aparecimento de novos isolados do fungo em plantios na região amazônica é bastante provável, visto que, por ser essa região o centro de origem do cupuaçuzeiro, acredita-se que todos os patógenos coevoluíram com o cupuaçuzeiro ao longo do tempo. Esse princípio se concretizou com os clones lançados há 20 anos. Apesar de inicialmente serem tolerantes, já começaram a apresentar sintomas da doença.

Assim, materiais genéticos com diferentes fontes de resistência constituiriam um efeito multilinha, que proporcionaria maior capacidade para suportar o ataque da doença (Alves et al., 1998b).

A estrutura genética dessa nova cultivar seria de uma população melhorada, propagada por sementes, composta por diferentes materiais que apresentassem fontes distintas de resistência à vassoura-de-bruxa, com aptidão para produção de polpa e amêndoas (Alves; Ferreira, 2012).

A BRS Carimbó é uma cultivar de cupuaçuzeiro cujo processo de seleção começou com as cultivares Coari, Codajás, Manacapuru e Belém (Alves; Cruz, 2003). Essas cultivares foram cruzadas entre si, bem como cruzadas com outros materiais resistentes ou mais produtivos. As progênies (filhos) foram avaliadas durante 15 anos. No final do processo, 13 plantas foram selecionadas e clonadas. Esses 13 materiais e mais outros 3 clones (Coari, Manacapuru e 1074) foram plantados de forma organizada em quadras isoladas. As sementes oriundas do cruzamento desses 16 materiais originaram a cultivar BRS Carimbó. As análises dessas sucessivas avaliações (especialmente do comportamento dos 16 parentais durante 15 anos) permitiram estabelecer as estimativas de resistência e produtividade da nova cultivar (Alves; Ferreira, 2012).

Por ser formada por 16 materiais (Figura 3.7), possivelmente com diferentes fontes de resistência, a BRS Carimbó possui resistência à vassoura de bruxa diversificada, com genes de resistência oriundos dos 16 materiais. Essa composição confere mais segurança ao produtor de cupuaçu, pois minimizará o risco de uma epidemia da doença no pomar. Entretanto, cruzamentos entre clones resistentes e entre clones resistentes e susceptíveis deverão gerar segregação, isto é, algumas plantas deverão apresentar susceptibilidade a essa doença. Progênies obtidas a partir do cruzamento entre alguns desses parentais indicaram o aparecimento de cerca de 10% das plantas com

ataque da doença nos ensaios conduzidos a campo, onde a fonte de inóculo era promovida por plantas susceptíveis altamente atacadas pela vassoura. Entretanto, o número de vassouras foi baixo, facilmente controlado com poda fitossanitária. Comportamento semelhante é o esperado para a cultivar BRS Carimbó (Alves, 2012a).

Foto: Ronaldo Rosa



Figura 3.7. Parentais da cultivar de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) BRS Carimbó.

Estima-se que, quando as plantas atingirem a estabilidade no oitavo ano de cultivo, produzirão em média 18 frutos por safra. Isto significará um diferencial de 50% em relação à produção relatada por Calzavara et al. (1984), de 12 frutos por planta por safra, e ainda superior às quatro cultivares lançadas em 2002, que apresentam produção média de 14 frutos por planta por safra (Alves; Cruz, 2003).

Como o fruto tem peso médio de 1.622 g, estima-se a produtividade de 11.600 kg de frutos por hectare, computando-se 400 plantas por hectare. Quando a produtividade da cultivar Carimbó é comparada com a baixíssima média de produtividade do estado do Pará, de 3.370 kg de frutos por hectare (Pará, 2018), o acréscimo fica em cerca de 250%. Em relação às cultivares do mercado, esse acréscimo seria de 140% (Alves, 2012a).

O tamanho, o formato, o peso e a coloração dos frutos são variáveis em função do número de parentais. Geralmente, apresenta frutos médio-grandes, com peso superior a 1,5 kg, que terá boa aceitação tanto na agroindústria como no mercado de fruta in natura (Alves, 2012a).

A BRS Carimbó possui dupla aptidão: serve tanto para produção de polpa quanto para produção de amêndoas. Para a produção de 1 kg de polpa, são necessários, em média, 1,7 frutos. Com um rendimento de 38% de polpa por fruto, o potencial de produtividade é de 4,4 t de polpa por hectare. O mesmo rendimento de polpa (38%), se aplicado à produção média paraense, resultaria numa produtividade de apenas 1,3 t de polpa por hectare. Comparado com a produtividade das cultivares já no mercado de 2.380 kg de polpa por hectare, verifica-se também ampla vantagem da cultivar BRS Carimbó (Alves; Ferreira, 2012).

A produtividade de amêndoas esperada é de 1 t/ha de amêndoas secas. Em média, 6,9 frutos produzem 1 kg de amêndoas secas (Alves; Ferreira, 2012). Esse subproduto tem assumido destaque na cadeia de produção do cupuaçuzeiro, pois o óleo extraído das amêndoas está sendo empregado na indústria de cosméticos.

Quanto ao número de sementes, em cada quadra de produção de sementes da cultivar BRS Carimbó (1 ha), quando atingir a estabilização, deverão ser produzidas em média 216 mil sementes. Isto computando 400 plantas por hectare, 18 frutos por planta e 30 sementes por fruto. A capacidade instalada das três quadras da Embrapa Amazônia Oriental será, portanto, de aproximadamente 648 mil sementes. Como cada semente pesa em média 7 g, essa produção corresponde a 4.536 kg. Para cada hectare, são necessários em torno de 3 kg de sementes (já computadas 10% de perda com seleção de mudas e morte no campo), significando que poderão ser plantados 1,5 mil hectares a cada ano.

A Tabela 3.1 reporta os dados de produção e produtividade da cultivar BRS Carimbó, bem como as características físico-químicas da sua polpa. Nela é possível notar que a qualidade tecnológica da polpa da cultivar BRS Carimbó atende às exigências da agroindústria de transformação.

Em 2022, a Embrapa Amazônia Oriental lançou o kit Cupuaçu 5.0, constituído pelas cultivares: BRS Careca, BRS Fartura, BRS Duquesa, BRS Curinga e BRS Golias, todas de propagação clonal, que apresentam os melhores índices de produção e resistência até o momento (Figura 3.8). Essas cultivares são recomendadas especialmente para utilização na renovação de pomares envelhecidos e/ou inviabilizados pela vassoura de bruxa, através da técnica de substituição de copa (Alves et al., 2020).

Tabela 3.1. Estatísticas descritivas das variáveis de produção, produtividade e características físico-químicas da polpa da cultivar BRS Carimbó de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). Belém, agosto, 2010.

Variável	Média
Nº frutos por planta	18,28
Produtividade de frutos (t/ha)	11,68
Produtividade de polpa (t/ha)	4,43
Índice de polpa	1,73
Produtividade de amêndoas frescas (t/ha)	1,53
Produtividade de amêndoas secas (t/ha)	1,08
Índice de amêndoas	6,88
pH	3,60
Sólidos solúveis totais (°Brix)	12,20
Acidez titulável (%)	1,80
Ratio (sólidos solúveis totais/acidez)	7,40
Sólidos totais (°Brix)	15,00

Fonte: Alves e Ferreira (2012).

Foto: Rafael Moysés Alves



Figura 3.8. Cultivares de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) do kit Cupuaçu 5.0.

Alves e Chaves (2020) relatam as características diferenciadoras dessa cultivares. Apresentam, na fase adulta, aos 8 anos após plantio, média de 23 frutos por planta, o que corresponde a uma produtividade média de 6,9 mil frutos por hectare por safra, considerando um pomar com 300 árvores por hectare.

A produção de frutos pode ultrapassar 48 kg por planta, resultando em cerca de 13 t de frutos por hectare por safra. Tem como característica principal a dupla aptidão: boa produção média de polpa e boa produção de amêndoas. A média de produção de polpa e de amêndoa fresca por planta das cultivares é de 17 kg e 6 kg, respectivamente, resultando em cerca de 5,3 t/ha de polpa e 1,9 t/ha de amêndoa fresca. Quanto ao período de produção, três cultivares têm a maior produção nos meses de fevereiro, março e abril, enquanto duas são tardias, com maior produção nos meses de maio, junho e julho. Apresentam boa resistência à vassoura de bruxa, com menos de 10% das plantas atacadas, durante os 25 anos que foram testadas.

As características químicas da polpa são semelhantes às da BRS Carimbó, porém as novas cultivares são mais ricas em sólidos totais. Essas características atendem ao padrão de identidade e qualidade (PIQ) para polpa de cupuaçu estabelecido pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2000).

Cupuaçu sem semente

Uma mutação que ocorreu provavelmente em uma gema de uma matriz de cupuaçuzeiro localizado no município de Cametá, PA, localidade de Pacajás, situada a 500 m da margem esquerda do Rio Tocantins, deu origem a uma planta que, em alguns galhos, apresentou frutos sem sementes, enquanto no outro lado da planta os frutos eram normais. Essa planta foi encontrada em 1959, por técnicos do Instituto Agrônômico do Norte (atual Embrapa Amazônia Oriental), os quais verificaram que os frutos apresentavam, em média, 2.700 g de peso. Coletaram material vegetativo dos ramos, cujos frutos não tinham sementes, para efetuar a clonagem da matriz em Belém. A expectativa inicial era a melhor possível, visto que o rendimento de polpa desse material chegava a 67%, praticamente o dobro do cupuaçu com sementes (Santos; Condurú, 1972).

Avaliações de campo indicaram que a baixa produção do clone dificilmente o tornaria uma nova cultivar. Havia necessidade que as plantas fossem colocadas alternadas com materiais que produziam sementes, visto que necessitavam de pólen normal para induzir o desenvolvimento de frutos. Foi constatado também que o clone era susceptível a vassoura de bruxa. A baixa

acidez da polpa e a presença na polpa de remanescentes dos tegumentos dos óvulos, de difícil separação da polpa, contribuíram para que o material não fosse aproveitado em plantios comerciais (Muller; Carvalho, 1997).

Atualmente o cupuaçu sem semente tem sido plantado mais como uma curiosidade em pomares caseiros. Porém, a característica de baixa acidez passou a ser desejável na conquista de mercados externos, que não toleram polpas ácidas, sendo possível que volte a despertar interesse do mercado. Entretanto, haverá necessidade desenvolver estudos para corrigir os problemas fitotécnicos supracitados.

Substituição de copa por materiais melhorados

Atualmente a substituição de copa do cupuaçuzeiro visa o controle da vassoura de bruxa (Alves, 2014). Entretanto, esta é uma técnica que poderá ser empregada para diferentes finalidades. O surgimento de uma nova cultivar com um diferencial de produção interessante, por exemplo, poderá motivar o produtor a renovar seu pomar.

A simples renovação da copa, através de poda drástica, já promove uma melhoria da sanidade do pomar. Dependendo do estado nutricional das plantas, os ramos saem vigorosos e sadios. Porém, esse efeito é efêmero. Em razão da susceptibilidade do material, em pouco tempo reinicia a infestação (Alves, 2012b).

A substituição de copa com materiais clonais resistentes a essa enfermidade traz duplo benefício. Diminuem os custos com podas fitossanitárias, ao mesmo tempo em que promove um substancial aumento da produção. Isto porque a doença afeta a capacidade da planta de produzir frutos e os frutos produzidos que chegam a completar a maturação encontram-se, na maioria dos casos, com a doença em seu interior. Perdas de frutos entre 40 e 90% são comuns em pomares altamente infestados (Alves et al., 1998a).

Além desse efeito, a doença promove uma gradual debilidade da planta, que poderá conduzi-la à morte, seja de forma direta, pela redução completa da área foliar, como também por facilitar a entrada de fitopatógenos oportunistas (Souza et al., 2009).

Nesse estágio, produtores que queiram continuar com a cultura só terão duas alternativas: substituir as copas das plantas por clones resistentes, ou

replantar o pomar com materiais resistentes à doença, utilizando mudas seminais ou clonais, indicadas pela pesquisa.

A idade das plantas que serão trabalhadas, a taxa de infestação da doença, e os tratos culturais que estão sendo ministrados, especialmente os que interferem no estado nutricional das plantas, terão importância na velocidade de recomposição do pomar. Plantas novas e bem nutridas terão mais facilidade e agilidade de recuperação que árvores antigas e totalmente abandonadas (Alves, 2012b).

A vantagem da substituição de copa em relação à renovação do pomar com mudas seminais ou clonais está relacionada à rapidez com que o pomar volta a ser economicamente viável. Quando a opção é por mudas, essa viabilidade somente é conseguida após o oitavo ano de plantio. Ao passo que, na substituição de copas, essa etapa acontece já no segundo/terceiro ano após a planta ter a sua copa restabelecida.

A desvantagem decorre da falta de tradição dos produtores de cupuaçuzeiro no emprego da técnica, associada à carência de pessoal habilitado nas diferentes etapas necessárias para completar todo o processo de substituição da copa. Com isso, a taxa de plantas recuperadas poderá ser baixa nessa fase inicial de utilização da tecnologia. No entanto, deverá ser normalizada à medida que for sendo praticada e massificada.

Acredita-se que os custos das duas tecnologias (muda tradicional e enxertia de copa) se equivalham, assim como os riscos com perdas de mudas. Isto porque, a implantação de um novo pomar poderá acarretar perdas nos primeiros anos, especialmente se a área não for irrigada. Na recuperação de copas também poderá haver perda de plantas decorrente da não emissão de chupões ou não pegamento dos enxertos.

Fernandes et al. (2011), estudando o comportamento de quatro cultivares após a substituição de copas das plantas de um pomar em Tomé-Açu, verificaram que a produção evoluiu de 6 frutos por planta na primeira safra, para 21 frutos por planta na quarta avaliação realizada em 2010/2011. Nessa safra, a produção média foi de 31 kg de frutos por planta, que seriam equivalentes a uma produtividade de 12 t de frutos por hectare. As quatro cultivares testadas ficaram livres da vassoura de bruxa. Concluíram que a substituição de copas por clones resistentes era uma alternativa promissora para a retomada da capacidade de produção de frutos, nos pomares improdutivos do estado do Pará. Os detalhes da técnica de renovação de copa do cupuaçuzeiro são reportados por Alves (2012b).

Desafios e perspectivas futuras

Para que a cultura do cupuaçuzeiro seja considerada uma atividade confiável e com riscos mais controláveis, avanços tecnológicos em toda a cadeia produtiva precisam ser alcançados. O desenvolvimento de cultivares mais produtivas e adaptadas aos diferentes ambientes é fundamental, mas não suficiente para a mudança dessa realidade.

O melhoramento genético do cupuaçuzeiro, apesar dos incrementos obtidos na última década, necessita evoluir para responder às demandas do setor produtivo. Alguns desafios já se encontram estabelecidos, enquanto outros deverão ser induzidos na direção de nichos de mercados potenciais (Figueira; Alves, 2008).

Dentre o primeiro grupo, perdura a necessidade de aumento de produtividade. Isto diz respeito à capacidade *per se* de os genótipos produzirem mais frutos, como também a mitigação dos efeitos danosos do ataque de pragas e das mudanças climáticas, especialmente o estresse hídrico.

Selecionar genótipos com boa capacidade de produção de frutos não é a tarefa mais difícil. Nas coleções existentes em toda Amazônia, é possível identificar e selecionar materiais com capacidade de produção superior a 20 t por hectare. O mais difícil é transformar esse material numa cultivar, frente aos desafios que a cultura enfrenta.

Destes, o desafio mais abrangente continua a ser a vassoura-de-bruxa. A capacidade desse fungo de formar novos isolados implica na necessidade contínua de buscar materiais com fontes de resistência diversas. O conhecimento da interação cupuaçu x *M. perniciosus*, com a identificação e isolamento dos genes de resistência, em fase final de pesquisa, assim como a propagação do cupuaçuzeiro *in vitro*, possibilitando o desenvolvimento da transgenia, serão as ferramentas que auxiliarão no desenvolvimento dos novos materiais.

Outra grande ameaça para a cultura do cupuaçuzeiro é a broca-dos-frutos, *Conotrachelus humeropictus* (Coleoptera: Curculionidae), que afeta seriamente a produção. Antes restrita à Amazônia Ocidental, já foi identificado um foco da praga no estado do Pará. Nenhuma ação para a obtenção de materiais com resistência a esse inseto foi iniciada até o momento. A seleção deverá começar dentro das cultivares já disponíveis, pois já apresentam satisfatoriamente as demais características de produção. Caso não seja obtido sucesso, haverá

necessidade de ampliar a margem de busca, para os acessos dos bancos ativos de germoplasma. Após identificar os genótipos menos preferidos pela praga, haverá necessidade de incorporar genes de produção.

Outra linha de pesquisa que necessita ser iniciada imediatamente é a busca por materiais tolerantes à seca. Com as mudanças climáticas observadas na Amazônia, nos últimos 10 anos, e o deslocamento das áreas de plantio para zonas marginais, há necessidade de desenvolver materiais com produção estável, mesmo submetidos a eventuais regimes de estresse hídrico. A BRS Carimbó, por sua capacidade produtiva e por ter estrutura genética de população melhorada de primeiro ciclo, com variabilidade ampla, poderá ser o material básico para iniciar essa linha de pesquisa. Populações estabelecidas em áreas com as características supracitadas seriam avaliadas quanto ao desenvolvimento vegetativo, capacidade de produção e resistência às pragas. As matrizes mais bem adaptadas seriam clonadas e colocadas em um pomar isolado de sementes clonais. Paralelamente seriam realizados cruzamentos dialélicos entre as matrizes, ainda no local original. As sementes obtidas constituiriam progênes de irmãos completos, que seriam avaliadas nas mesmas condições. Os resultados das avaliações dessas progênes definiriam as matrizes que deveriam ser utilizadas como parentais da nova população. No pomar de sementes clonais, os clones das matrizes que foram descartadas seriam eliminados. Para não perder essas plantas, elas teriam as copas substituídas pelos clones das matrizes selecionadas. Assim, já na próxima safra, seria produzida semente da nova população com boa tolerância à seca, mantendo a boa produtividade de frutos da BRS Carimbó.

Outro nicho de mercado que deverá ser atendido é o de genótipos com polpa de baixa acidez e elevado teor de sólidos solúveis. A característica média da polpa dos genótipos que produzem sementes reflete um paladar pouco atraente para consumidores fora da região amazônica. Para atingir esse público, há necessidade de dirigir o foco do melhoramento para esse padrão de polpa. No germoplasma da espécie, existe variabilidade para atender essa demanda.

Além da polpa, as amêndoas do cupuaçuzeiro oferecem oportunidade ainda pouco explorada. Por ter na sua constituição cerca de 60% de lipídios, vem sendo aproveitada na indústria cosmética. Porém, sua verdadeira vocação é para a produção de um chocolate semelhante ao cacau, que foi denominado cupulate. Todo o processamento do cupulate encontra-se dominado, faltando apenas uma metodologia eficiente e higiênica para a retirada do envoltório da semente. Essa carência dificulta a industrialização do produto.

Caso esse gargalo seja resolvido, o produtor de cupuaçu teria dois componentes para disponibilizar ao mercado, polpa e semente, o que certamente geraria uma melhor remuneração.

Além desses aspectos relacionados ao melhoramento genético e sistema de produção, os produtos do cupuaçuzeiro carecem de uma estratégia de marketing. Como a maioria dos frutos nativos da Amazônia, exceto o açaí, o cupuaçu ainda é praticamente desconhecido nos grandes centros consumidores do País e do mundo. Um danoso ciclo vicioso de desconfiança se estabelece com as fruteiras nativas potenciais. Os empresários não investem no setor porque não têm garantia de oferta da matéria-prima. E os produtores não ampliam as áreas de cultivo porque a demanda, sem a presença de agroindústrias, fica extremamente fraca. Com o advento das últimas cultivares geradas pela Embrapa e a consequente retomada do cultivo do cupuaçuzeiro, haverá possibilidade de se disponibilizar matéria-prima em quantidade e regularidade.

Conclusões

O melhoramento genético do cupuaçuzeiro no estado do Pará foi o segmento de pesquisa que mais avançou nos últimos anos. Isso graças aos trabalhos precursores de formação de coleções com ampla variabilidade e estudos de biologia da espécie.

Em 2002, foram lançadas as primeiras cultivares de cupuaçuzeiro (BRS Coari, BRS Codajás, BRS Manacapuru e BRS Belém) que se encontram integradas aos sistemas produtivos dos municípios paraenses.

Dez anos depois foi lançada uma nova cultivar, a BRS Carimbó, com potencial de produção bem superior às cultivares anteriores.

Atualmente, centenas de genótipos encontram-se em teste em diferentes regiões produtoras e deverão proporcionar, no futuro, ganhos genéticos ainda mais expressivos. Porém, disponibilizar materiais mais produtivos é necessário, mas não suficiente para o sucesso da cadeia.

Outros segmentos de pesquisa, como nutrição e adubação, irrigação e controle fitossanitário, não acompanharam o mesmo desempenho, influenciando negativamente a expressão do potencial produtivo e econômico das cultivares lançadas.

Além do mais, pouco foi feito para dar visibilidade externa aos produtos do cupuaçu, que permanecem confinados ao mercado local. Esse mercado não

absorverá um aumento significativo da produção que certamente virá com o manejo correto dos pomares antigos e renovação com os materiais mais produtivos lançados. Isso poderá acarretar queda de preço e desestímulo ao produtor.

Por sua vez, com a oferta de matéria-prima abundante e estabilizada, será possível atrair empresários da agroindústria, trazendo uma nova dinâmica à atividade.

Assim, somente com ações estratégicas integradas firmes e persistentes em toda a cadeia da cultura, envolvendo produção, industrialização e mercado, será possível tornar a atividade uma opção economicamente viável para todos os atores envolvidos.

Referências

ADDISON, G. O.; TAVARES, R. M. Observações sobre as espécies do gênero *Theobroma* que ocorrem na Amazônia. **Boletim Técnico IAN**, n. 25, p. 1-20, out. 1951.

ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. Rio de Janeiro: Usaid, 1971. 331 p.

ALVES, R. M. **BRS Carimbó**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012a. 6 p. 1 folder.

ALVES, R. M. **Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiro *Theobroma grandiflorum* (Willd.ex.Spreng.) Schum., por marcadores microsatélites e descritores botânico-agronômicos**. 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ALVES, R. M. **Compatibilidade entre genótipos de cupuaçuzeiro *Theobroma grandiflorum* (Willd.ex.Spreng.) Schum.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005a. 23 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 53).



ALVES, R. M. Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex. Spreng) Schum). In: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Programa de melhoramento genético e de adaptação de espécies vegetais para a Amazônia Oriental**. Belém, PA, 1999. cap.1, p. 37-48. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 16).

ALVES, R. M. **Recomendações técnicas para plantio de clones de cupuaçuzeiro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005b. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 151).



ALVES, R. M. **Substituição de copa do cupuaçuzeiro**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 28 p.

ALVES, R. M. **Substituição de copa do cupuaçuzeiro: método alternativo para controle da vassoura-de-bruxa**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012b. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico 236).



ALVES, R. M.; ARAUJO, D. G.; LOUREIRO, M. E. S. T.; FERNANDES, G. L. da C. Caracterização foliar do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*): definição de descritores e caracterização de acessos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 1997, Campinas. **Resumos**. Campinas: IAC; Brasília, DF: Embrapa-Cenargen, 1997a. p. 66-67.

ALVES, R. M.; SEBBENN, A. M.; ARTERO, A. S.; CLEMENT, C.; FIGUEIRA, A. High levels of genetic divergence and inbreeding in populations of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*). **Tree Genetics & Genomes**, v. 3, n. 4, p. 289-298, 2007.

ALVES, R. M.; ARTERO, A. S.; SEBBENN, A. M.; FIGUEIRA, A. Mating system in a natural population of *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum., by microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 26, n. 3, p. 373-379, 2003a.

ALVES, R. M.; CORRÊA, J. R. V.; GOMES, M. R. O. Avaliação preliminar de matrizes de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) em áreas de produtores de Tomé-Açu, Pará. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 13., 1998, Feira de Santana. **Resumos...** Feira de Santana: Sociedade Brasileira de Genética, Seção Nordeste, 1998b. p. 359.

ALVES, R. M.; CORRÊA, J. R. V.; RODRIGO, M. Melhoramento genético do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) no Estado do Pará. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1996, Belém, PA. **Anais** [...]. Belém, PA: Embrapa-CPATU: Jica, 1997b. p. 127-146. (Embrapa-CPATU. Documentos, 89).

ALVES, R. M.; CHAVES, S. F. S. BRS Careca, BRS Fartura, BRS Duquesa, BRS Curinga, and BRS Golias: new cupuassu tree cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 4, e342920413, 2020.

ALVES, R. M.; CHAVES, S. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; PEDROZA NETO, J. L.; SEBBENN, A. M. Canopy replacement used in the evaluation of cupuassu tree genotypes in state of Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 4, E-597, 2020.



ALVES, R. M.; CRUZ, E. D. **Cultivares de cupuaçuzeiro tolerantes à vassoura-de-bruxa**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Recomendações técnicas).

ALVES, R. M.; FARIAS NETO, J. T.; CRUZ, E. D.; OLIVEIRA, M. S. P. Estratégias do melhoramento genético desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental, para obtenção das primeiras cultivares de cupuaçuzeiro e açaizeiro. In: SEMINÁRIO TÉCNICO BRASIL-JAPÃO PROJETO "DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA ORIENTAL", 2003, Belém, PA. **Anais** [...]. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003b. p. 51-53. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 180).



ALVES, R. M.; FERREIRA, F. N. **BRS Carimbó**: a nova cultivar de cupuaçuzeiro da Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 8 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 232).

ALVES, R. M.; FIGUEIRA, A. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) genetic resources and breeding in the Brazilian Amazon. **Ingenic Newsletter**, v. 7, p. 25-32, 2002.

ALVES, R. M.; RESENDE, M. D. V. de. Avaliação genética de indivíduos e progênies de cupuaçuzeiro no Estado do Pará e estimativas de parâmetros genéticos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 577-586, 2008.

ALVES, R. M.; RESENDE, M. D. V. de; BANDEIRA, B. dos S.; PINHEIRO, T. M.; FARIAS, D. C. R. Avaliação e seleção de progênies de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), em Belém, Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 204-212, 2010.

ALVES, R. M.; RESENDE, M. D. V. de; BANDEIRA, B. dos S.; PINHEIRO, T. M.; FARIAS, D. C. R. Evolução da vassoura-de-bruxa e avaliação da resistência em progênies de cupuaçuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1022-1032, 2009.

ALVES, R. M.; STEIN, R. L. B.; ARAÚJO, D. G. de; PIMENTEL, L. Avaliação de clones de cupuaçuzeiro quanto à resistência a vassoura-de-bruxa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 20, n. 3, p. 297-306, 1998a.

ANEJA, M.; GIANFAGNA, T. N. G. E.; BADILLA, I. Carbon-dioxide treatment partially overcomes self-incompatibility in a cacao genotype. **HortScience**, v. 29, n. 1, p. 15-17, 1994.

BRASIL. Instrução Normativa nº. 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, n. 6, p. 54-58, 10 jan. 2000.

BULLOCK, S. H. Breeding systems in the flora of tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica**, v. 17, n. 4, p. 287-301, 1985.

CALZAVARA, B. B. G.; MULLER, C. H.; KAHWAGE, O. N. C. **Fruticultura tropical**: o cupuaçuzeiro: cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. 101 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 32).



CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; BENCHIMOL, R. L.; KATO, A. K.; ALVES, R. M. **COPOASU [Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) Schum.]**: cultivo y utilización: manual técnico. Caracas: FAO, Tratado de Cooperación Amazónica, 1999. 152 p.

CHAVES, S. F. S.; ALVES, R. M.; DIAS, L. A. S. Contribution of breeding to agriculture in the Brazilian Amazon. I. Açaí palm and oil palm. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 21, e38622158, 2021. Special.

CHAVES, S. F. S.; DIAS, L. A. S.; ALVES, R. S.; ALVES, R. M.; EVANGELISTA, J. S. P. C.; DIAS, K. O. G. Leveraging multi-harvest data for increasing genetic gains per unit of time for fruit yield and resistance to witches' broom in *Theobroma grandiflorum*. **Euphytica**, v. 218, n. 12, Article number 171, 2022.

CLEMENT, C. R. 1942 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v. 53, n. 2, p. 188-202, 1999.

COPE, F. W. The mechanism of pollen incompatibility in *Theobroma cacao* L. **Heredity**, v. 17, p. 157-182, 1962.

CRUZ, E. D.; ALVES, R. M.; BENCHIMOL, R. L. **Avaliação de clones de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum) quanto a tolerância à vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 28).



CUATRECASAS, J. A. Cocoa and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. **Contributions from the United States National Herbarium**, v. 35, n. 6, p. 32-46, 1964.



EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Programa de melhoramento genético e de adaptação de espécies vegetais para a Amazônia Oriental**. Belém, 1999. 137 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 16).

FERNANDES, J. R. Q.; ALVES, R. M.; OLIVEIRA, C. C. Recuperação de pomares de cupuaçuzeiro com clones resistentes à vassoura-de-bruxa. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 15., 2011, Belém, PA. **A ciência de fazer ciência**: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 1 CD-ROM.

FIGUEIRA, A.; ALVES, R. M. "*Theobroma grandiflorum* - cupuassu". In: JANICK, J.; PAULL, R. E. (ed.). **The encyclopedia of fruit and nuts**. Oxfordshire: Cabi, [2008]. p. 892-897.

KNIGHT, R.; ROGERS, H. H. Incompatibility in *Theobroma cacao*. **Heredity**, v. 9, p. 69-77, 1955.

LIMA, R. R.; ALENCAR, S. A.; FRADE JÚNIOR, J. M.; BRANDÃO, G. R. Coleta e avaliação de plantas amazônicas de cultura ou de exploração pré-colombiana: recursos genéticos da região do Solimões. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém, PA. **Anais [...]**. Brasília, DF: EMBRAPA-Departamento de Difusão de Tecnologia; Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1986. v. 4, p. 39-49. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36).



LIMA, R. R.; COSTA, J. P. C. da. **Coleta de plantas de cultura pré-colombiana na Amazônia brasileira**: I. Metodologia e expedições realizadas para coleta de germoplasma. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1997. 148 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 99).



LIMA, R. R.; COSTA, J. P. C. da. **Registro de introduções de plantas de cultura pré-colombiana coletadas na Amazônia Brasileira**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1991. 191 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 58).

MASCARENHAS, G. C. C.; MIDDLEJ, R. R.; TREVISAN, S. D. P. O cluster do cacau no sul da Bahia, Brasil. In: THEORETICAL AND APPLIED GENETICS RESEARCH CONFERENCE, 13., 2000, Kuala Lumpur. **Proceedings...** Kuala Lumpur, 2000. (Paper, 72).

MULLER, C. H.; CARVALHO, J. E. U. Sistemas de propagação e técnicas de cultivo do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA DO REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém, PA. **Resumos [...]**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental: JICA, 1997. p. 57-75. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 88).

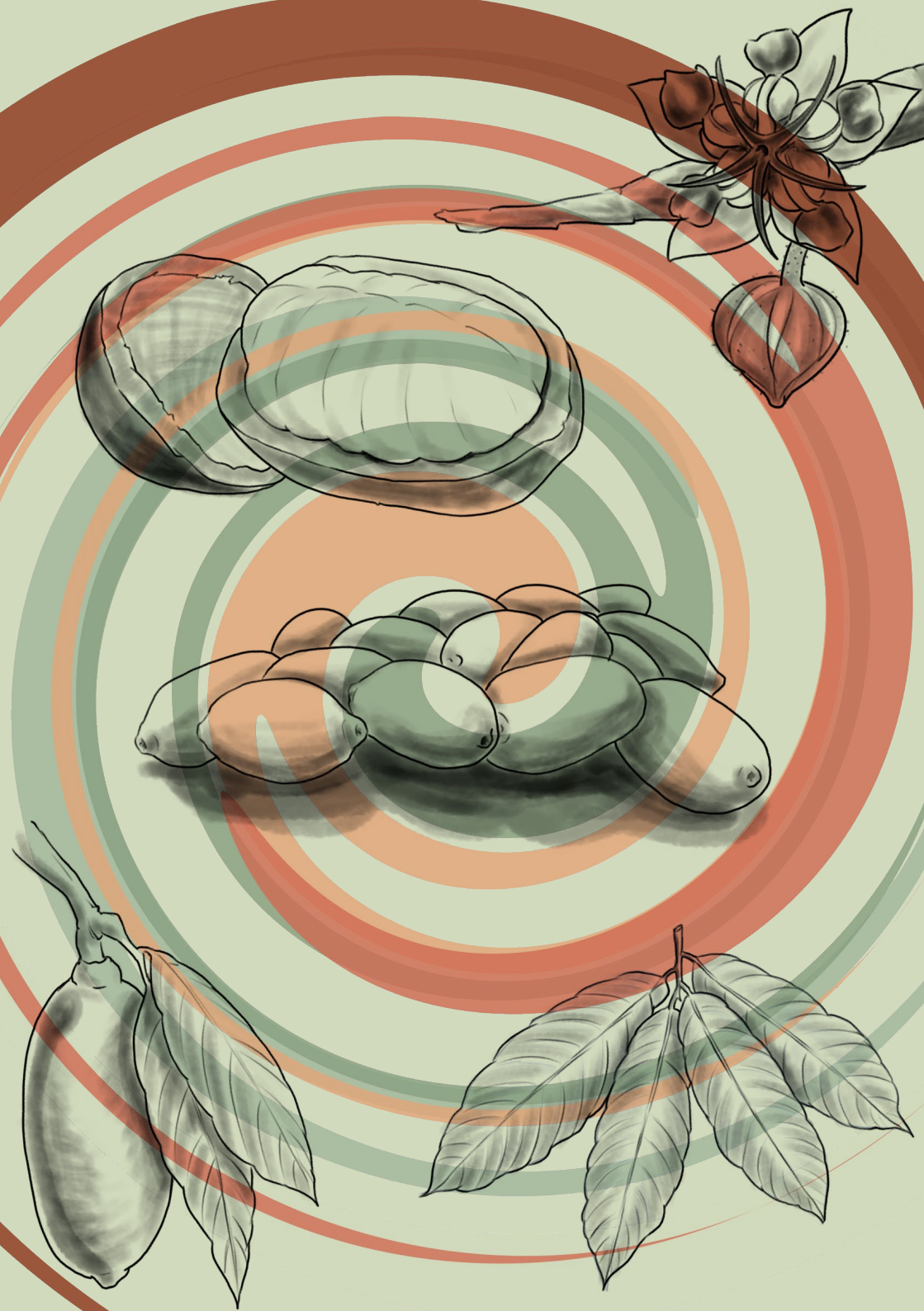
PARÁ. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuária e da Pesca. **Agricultura**. Disponível em: <https://www.sedap.pa.gov.br/boletim-cvis>. Acesso em: 15 jan. 2025.

PIMENTEL, L. P.; ALVES, R. M. Avaliação de progênies de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) nas condições de Tomé-açu. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 1995, Belém, PA. **Resumos [...]**. Belém, PA: Fcap, 1995. p. 153.

PRANCE, G. T.; SILVA, M. F. **Árvores de Manaus**. Manaus: Inpa, 1975. 312 p.

SANTOS, I. M. dos; CONDURÚ, J. M. P. **Comparação do rendimento entre frutos de duas variedades de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum)**. Belém, PA: Ipean, 1972. 8 p. (IPEAN. Comunicado, 31).

- SILVA, R. M. **Estudo do sistema reprodutivo e divergência genética em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex Spreng.) Schum.** 1996. 151 f. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SOUZA, A. das G. C.; SILVA, S. E. L.; SOUZA, N. R. Avaliação de progênes de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng, Schum) em Manaus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 20, n. 3, p. 307-312, 1998.
- SOUZA, A. G. C.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, S. E. L.; SOUZA, N. R. The cupuaçuzeiro genetic improvement program at Embrapa Amazônia Ocidental. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 3, p. 471-478, 2002.
- SOUZA, A. G. C. de; ALVES, R. M.; SOUSA, N. R.; SOUZA, M. G. Domesticação e melhoramento de cupuaçuzeiro. In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. (ed.). **Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. p. 319-331.
- SOUZA, C. A. S.; DIAS, L. A. S. Melhoramento ambiental e sócio-economia. In: DIAS, L. A. S. (ed.). **Melhoramento genético do cacaueiro**. Viçosa: Funape: UFG, 2001. p. 48.
- VENTURIERI, G. A. **Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento**. Belém, PA: Clube do Cupu, 1993. 108 p.
- VENTURIERI, G. A. **Floral biology of cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (Willdenow ex Sprengel) Schumann)**. 1994. 206 p. Thesis (PhD) – University of Reading, Reading.
- VENTURIERI, G. A.; RIBEIRO FILHO, A. A. Polinização manual do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). **Acta Amazonica**, v. 25, n. 3/4, p. 181-191, 1995.
- WRIGHT, S. Systems of mating. **Genetics**, v. 6, n. 2, p. 111-178, 1921.





Capítulo 4 – Doenças fúngicas do cupuaçuzeiro no Pará

Ruth Linda Benchimol
Carina Melo da Silva
Bernardo do Vale Araújo Melo

Introdução

No trópico úmido brasileiro, mais especificamente na Amazônia, as doenças provocadas por fungos nos cultivos de valor comercial têm sido um grande desafio, em função do clima quente e úmido durante a maior parte do ano, o que favorece a proliferação significativa de microrganismos fitopatogênicos. Diversas culturas de alto valor comercial têm sido afetadas, dentre as quais está o cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.], que vem se destacando entre as fruteiras nativas da região sob ponto de vista econômico, por apresentar opções de caráter rentável significativas (Homma et al., 1996).

Além do consumo da polpa, em suas mais diversas formas, as amêndoas são utilizadas na fabricação do cupulate, substância com propriedades semelhantes às do chocolate (Nazaré, 1996). O cupuaçuzeiro compõe, também, sistemas agroflorestais implantados como alternativas viáveis para a exploração sustentável da agricultura na Amazônia (Locatelli et al., 1996).

A produção de cupuaçu se origina, na sua grande maioria, de plantios comerciais estabelecidos numa área de 13.504 ha, cuja produção nacional, em 2017, foi de 21.240 t, com valor total estimado de R\$ 54,8 milhões (IBGE, 2017). O estado do Pará produziu, em 2018, mais de 27 mil toneladas de cupuaçu, provenientes de 8,5 mil hectares em produção, com rendimento médio de 3,2 mil quilogramas por hectare (Pará, 2020, 2023).

Com a expansão da área plantada, a consequência natural foi o aumento da incidência de doenças, tanto em viveiros quanto nos plantios adultos. Em viveiros, manifestam-se principalmente doenças foliares, enquanto nos plantios adultos, além destas, ocorrem doenças que afetam os ramos, os frutos, a base do caule e as raízes. A vassoura de bruxa, tanto no cupuaçuzeiro quanto no cacaueiro (*Theobroma cacao* L.), é a doença de origem fúngica que acarreta maiores prejuízos aos ciclos vegetativo e reprodutivo do cupuaçuzeiro (Falcão et al., 1999; Mata et al., 2022).

A importância do cultivo do cupuaçuzeiro nos últimos anos é visualizada por meio das taxas de crescimento anual de 13 e 10,93% das áreas plantada e colhida e da produção, respectivamente (Alves et al., 2014). Todavia, assim como nos demais estados produtores, ao longo dos anos, constata-se redução da produtividade, motivada pelo avanço da vassoura de bruxa nos pomares, sem que fossem adotadas medidas de controle.

Recentemente, no município de Tomé-Açu, PA, detectou-se aumento da incidência de outra doença afetando o caule e ramos de clones de cupuaçuzeiro, denominada morte-progressiva, causada por *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. O patógeno afetou 50% do estande, constituindo-se em risco potencial para exploração da cultura na região (Alves et al., 2018).

Com o aumento da demanda, o extrativismo em que se baseava a comercialização dos frutos de cupuaçuzeiro vem sendo gradativamente substituído por plantios racionais, destacando-se o pioneirismo dessa atividade na colônia nipo-brasileira localizada no município de Tomé-Açu, PA (Homma, 1996), o que exige esforços direcionados à detecção e manejo dessa doença.

Neste capítulo, objetiva-se reunir os registros de doenças fúngicas relatadas na cultura do cupuaçuzeiro, com orientações sobre as técnicas mais recomendadas para seu manejo e controle, com maior ênfase à vassoura de bruxa.

Vassoura de bruxa

Distribuição geográfica

A vassoura de bruxa, originária do vale do Amazonas (Pound, 1938), foi descrita pela primeira vez por Ferreira, em 1785 (Silva, 1987), com o nome

de lagartão. Posteriormente, foi registrada no Suriname, com o nome de *krulloten* ou *witchbroom* (Went, 1904). Ocorre em toda a região Norte do Brasil e, no final da década de 1980, foi registrada na região Nordeste (Pereira et al., 1989). Ocorre também na Bolívia, Colômbia, Equador, Grenada, Guiana, México, Panamá, Peru, St. Vincent, Suriname Trinidad-Tobago e Venezuela (Purdy; Schmidt, 1996).

Hospedeiros

Além do cupuaçuzeiro, a vassoura de bruxa causa perdas expressivas no cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.), no qual tem sido mais pesquisada, em função do alto valor econômico dessa cultura. Outras espécies do gênero *Theobroma* são hospedeiras do patógeno, como *Theobroma bicolor* Hum & Bonpl., *Theobroma microcarpum* Mart., *Theobroma obovatum* Klotz ex Bern, *Theobroma speciosum* Wild e *Theobroma subincanum* Mart., além de espécies do gênero *Herrania*, como *Herrania albiflora* Goudot, *Herrania nitida* Poepp. End e *Herrania purpurea* Pitter (Desrosiers, 1961; Thorold, 1975).

Outras plantas também são hospedeiras de *Moniliophthora perniciosa*, como uma espécie de cipó não identificada, conhecida por liana (Evans, 1977; Pegler, 1978), o tomateiro (*Solanum lycopersicum*) e as solanáceas silvestres *Solanum rugosum* Dunal, *Solanum laseantherum* v. Heurck (Bastos; Evans, 1985) e o urucum (*Bixa orellana* L.) (Bastos; Andebrham, 1986). Lopes et al. (2001) relataram que isolados de *M. perniciosa* do cacauzeiro infectam o cupuaçuzeiro, embora trabalho anteriormente realizado tenha demonstrado incompatibilidade entre isolados locais desses dois hospedeiros (Stein et al., 1997).

Sintomas

A vassoura de bruxa afeta mudas enviveiradas e plantas adultas do cupuaçuzeiro. Em mudas, ataca tanto o hipocótilo quanto o lançamento jovem. Nas plantas adultas, o patógeno infecta principalmente os tecidos meristemáticos em desenvolvimento, como gemas terminais e laterais, almofadas florais e frutos jovens. A expressão dos sintomas é resultante do desequilíbrio hormonal na interação patógeno-hospedeiro, ocasionado pela quebra da dominância apical (Nunes et al., 1996; Stein, 1996; Alves et al., 1997).

Em mudas, a ocorrência de vassoura de bruxa é mais rara, exceto em áreas de alta incidência e sem manejo, e os sintomas são caracterizados pelo aumento do diâmetro do hipocótilo e do último lançamento, cujas folhas ficam retorcidas e secas e, dependendo da idade da muda, a doença retarda o seu desenvolvimento e, em algumas situações, pode acarretar a morte da planta.

Em plantas adultas (Figura 4.1), os ramos atacados ficam hipertrofiados, recurvados, com entrenós curtos, muitas brotações laterais, folhas grandes e retorcidas e pulvinos hipertrofiados. Vassouras resultantes de infecção em lançamentos jovens são maiores, enquanto aquelas resultantes de infecção nas gemas de tecidos envelhecidos são menores. Algumas infecções nos ramos podem causar apenas cancrios, caracterizados por manchas escurecidas e ligeiramente intumescidas, as quais podem passar despercebidas e constituir fontes de inóculo do patógeno (Baker; Holiday, 1957; Bastos, 1990).



Figura 4.1. Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) com sintomas de vassoura de bruxa (A) e detalhe de vassouras nos estádios verde e seco (B).

Nas almofadas florais, ocorre o aborto e a murcha das flores, resultantes de hipertrofia do pedúnculo. Formam-se grupamentos de flores hipertrofiadas, das quais originam-se frutos deformados, que morrem prematuramente (Figura 4.2).



Figura 4.2. Almofada floral e frutos deformados pelo ataque de *Moniliophthora perniciosa*.

Os frutos, quando originados de almofadas florais atacadas, não se desenvolvem, secam e adquirem a forma semelhante a um morango. Os frutos originados de almofadas florais saudáveis, mas infectados nos estágios iniciais de desenvolvimento, ficam alongados e mumificam, assemelhando-se a uma cenoura (Figura 4.3).

Figura 4.3. Frutos jovens “cenoura” e “morango” com vassoura de bruxa.



Foto: Ronaldo Rosa

Os sintomas em frutos desenvolvidos e próximos ao amadurecimento são caracterizados por manchas escuras na superfície externa da casca, de difícil percepção, em função da coloração marrom dos frutos, que correspondem ao apodrecimento interno das amêndoas (Figura 4.4).



Fotos: Ruth Linda Benchimol

Figura 4.4. Fruto maduro com sintoma externo (A) e interno (B) de ataque por *Moniliophthora perniciosa*.

Epidemiologia

A vassoura de bruxa é causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora (Aime; Phillips-Mora, 2005), originalmente descrito como *Marasmius pernicius* Stahel (Stahel, 1915) e, posteriormente, como *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer (Singer, 1942) e *Crinipellis perniciosa* var. *perniciosa* (Stahel) Singer (Singer, 1942).

Moniliophthora perniciosa possui duas fases fisiológica e morfologicamente distintas no seu ciclo de vida (Evans, 1980). A fase parasítica, de crescimento intercelular, é encontrada apenas nos tecidos vivos do hospedeiro, enquanto a fase saprofítica, de crescimento intracelular, se desenvolve somente nos tecidos mortos (Figura 4.5).



Fotos: Ruth Linda Benchimol

Figura 4.5. Vassoura de bruxa verde em fase parasítica (A) e em fase saprofítica (B).

Na fase saprofítica, em qualquer parte da vassoura seca, como folhas, ramo e frutos (Figura 4.6), o patógeno produz basidiocarpos, os quais ficam ativos por 5 a 8 dias, no interior dos quais encontram-se os basidiósporos, principais unidades reprodutivas do fungo, apesar de outros tipos de propágulos produzidos in vitro infectarem plântulas (Bastos, 1993).

Figura 4.6. Folhas de ramo com vassoura de bruxa seca produzindo basidiocarpos de *Moniliophthora perniciosa*.



Foto: Ronaldo Rosa

Os basidiósporos são liberados dos basidiocarpos durante a noite e são dispersos pelo vento e pela chuva. Ao atingirem a superfície sadia do hospedeiro, em condições ambientais favoráveis, colonizam os tecidos do hospedeiro, dando início a um novo ciclo da doença (Stahel, 1915; Cronshaw; Evans, 1978; Sreenivasan; Dabydeen, 1989; Frias et al., 1995).

A maior quantidade de lançamentos infectados pelo patógeno no cupuaçuzeiro tem sido observada no período de junho a setembro (Nunes et al., 1996; Benchimol, 2000). Isso se explica porque, nos meses anteriores, principalmente abril e maio, há ocorrência simultânea de lançamentos jovens no hospedeiro e a presença de inóculo do patógeno no ar, sob condições ambientais favoráveis para a ocorrência da doença.

Estudos realizados com *M. perniciosa* do cupuaçuzeiro em Belém, PA (Benchimol, 2000), mostraram que a maior produção de basidiocarpos em vassouras destacadas da planta, sob telado de sombrite (50% de interceptação da luz solar), ocorreu no período entre maio e julho, apesar de haver produção em pequena quantidade em outras épocas do ano. Em vassouras presas à planta, em área semissombreada, a maior produção de basidiocarpos ficou concentrada no período de junho a agosto. Isso indica que tecidos jovens de cupuaçuzeiro presentes na planta nesse período estão mais propensos à infecção pelo patógeno.

O período entre o contato do basidiósporo com a superfície do hospedeiro até o aparecimento de vassouras (período de incubação) varia de 3 a 4 semanas (Nunes et al., 1996). Depois do seu surgimento na planta, a vassoura cresce e engrossa rapidamente, permanecendo no estado verde por períodos que variam de 1 a 3 meses, secando, a seguir, da base para o ápice (morte fisiológica), em períodos que variam de 3 a 13 dias (Stein et al., 1994).

Após o secamento, as vassouras ficam presas à planta e passam por um período de latência, ou período pré-frutificativo, que pode variar de 2,5

até 11 meses antes de produzir basidiocarpos. A precipitação pluvial não é o principal fator que influencia a produção de basidiocarpos, mas sim a umidade relativa máxima e o brilho solar, com correlações positiva e negativa, respectivamente, desses fatores (Nunes et al., 1996; Stein, 1996; Stein et al., 1997; Benchimol, 2000).

Manejo

Cultivares resistentes

A utilização de clones ou sementes de cultivares resistentes e produtivos é a medida mais eficiente no controle da doença com clones resistentes. A Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, lançou, em 2012, a cultivar BRS Carimbó, propagada por sementes, altamente tolerante à vassoura de bruxa (Alves, 2012), originada de quatro clones — Coari, Codajás, Manacapuru e Belém — lançados em 2002, também pela Embrapa Amazônia Oriental (Alves; Cruz, 2003), juntamente com outros 13 materiais selecionados.

A cultivar BRS Carimbó produz boa quantidade de frutos e serve para produção de polpa e de sementes. Segundo Alves (2012), a BRS Carimbó, com cerca de 8 anos de idade, produz 28% a mais do que as existentes no mercado, aumentando em 50% a produção média do estado do Pará.

No controle da vassoura de bruxa em pomar adulto, deve-se conciliar a tolerância natural da BRS Carimbó com o manejo fitossanitário da plantação, uma vez que essa cultivar, apesar de apresentar alta tolerância, não é imune à doença. Quando forem detectados ramos afetados pela vassoura de bruxa, deve-se efetuar a poda fitossanitária, para evitar a disseminação do patógeno.

Para a instalação de novos pomares, a fim de facilitar o manejo da vassoura de bruxa, a Embrapa Amazônia Oriental lançou, recentemente, o kit 5.0, composto pelas cultivares clonais BRS Careca (BRS 337), BRS Fartura (BRS 338), BRS Duquesa (BRS 340), BRS Curinga (BRS 346) e BRS Golias (BRS 349), obtidas pelo cruzamento de genótipos de cupuaçuzeiro resistentes à vassoura de bruxa com genótipos suscetíveis de alta produtividade. Recomenda-se que as cinco cultivares clonais sejam plantadas intercaladas na mesma área, pois apresentam, em comum, alta produtividade e resistência à vassoura de bruxa.

O kit 5.0 apresenta produtividade, tanto de frutos quanto de polpa e amêndoas, próxima a 14 t/ha (Alves; Chaves, 2019). Por serem clonais, as cultivares do kit 5.0 devem ser propagadas vegetativamente, por meio de enxertia, e também podem ser usadas para a substituição de copa de plantas

em pomares antigos e improdutivos, por meio da técnica de substituição da copa, enxertando ramos rebrotados (Alves, 2014; Modesto Junior et al., 2019).

Manejo fitotécnico

As plantas de cupuaçuzeiro devem ser conduzidas em forma de taça, pela quebra de dominância apical, mantendo-se o primeiro tripé formado e eliminando-se os ramos ladrões. Podas de manutenção devem ser feitas no intuito de manter as plantas com porte baixo (até 4 m), para facilitar a remoção de vassouras.

Em pomares de cupuaçuzeiro afetados por *M. pernicioso*, houve redução de até 90% na incidência e severidade da doença, em experimentos realizados na Embrapa Roraima, adotando podas drásticas como parte do manejo integrado da doença (Benchimol, 2000, 2004, 2010; Lima et al., 2015).

Substituição de copa

A substituição da copa de plantas suscetíveis de pomares antigos, doentes e improdutivos, por copas de genótipos tolerantes à vassoura de bruxa é outra forma de manejo fitossanitário da doença. Essa estratégia permite que o pomar recupere, ou até mesmo incremente, a produtividade anterior em um período de 2 ou 3 anos, trazendo de volta a sua viabilidade econômica.

Para a substituição de copas ser bem-sucedida, várias medidas devem ser adotadas, como o preparo das plantas a serem renovadas; a utilização de cronograma de trabalho em função das condições climáticas; o uso de mão de obra experiente e de técnicas e tratamentos culturais adequados (Alves, 2014; Modesto Júnior et al., 2019).

Poda fitossanitária

Na Amazônia, é uma das técnicas mais tradicionais praticadas para controle da vassoura de bruxa, em plantios novos ou antigos que apresentem índices moderados de infestação pela doença.

Geralmente, o aparecimento de vassouras em plantios novos se dá por volta do terceiro ano de plantio (Benchimol, 2000) e, tão logo sejam detectadas, devem ser podadas. No caso de vassouras na extremidade dos ramos, a poda deve ser feita eliminando-se cerca de 20 cm de tecido sadio do ramo. Em almofadas florais, a poda deve ser feita o mais próximo possível da casca. Os frutos atacados devem ser removidos com o pedúnculo.

As partes da planta expostas pela poda devem ser protegidas com pasta bordalesa, para evitar a penetração de outros patógenos (Benchimol, 2004). Todo o material podado deve ser destruído e eliminado da área de plantio, já que o patógeno se reproduz na vassoura morta e continuaria produzindo basidiocarpos por cerca de 3 anos (Bastos, 1994).

A poda fitossanitária deve seguir um cronograma de rotina, de acordo com o ciclo do patógeno. Para a região amazônica, são recomendadas duas podas anuais. A primeira poda, considerada a principal, deve ser feita de 1 a 2 meses após a época de maior emissão de vassouras no campo, por volta de agosto a setembro, coincidindo com o período seco. A poda secundária, ou de repasse, deve ser feita 3 a 4 meses após a poda principal, para remover vassouras remanescentes e tardias, coincidindo com o início das chuvas. Com esse procedimento, reduz a grande quantidade de tecidos jovens de cupuaçuzeiro no campo na época de maior produção de basidiocarpos (Benchimol, 2000).

A poda fitossanitária é eficiente no controle da vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro, em casos em que o plantio é submetido à poda desde a sua implantação ou onde um plantio velho tem as copas das árvores completamente eliminadas a uma altura de 1,5 a 2 m de altura (Gasparotto et al., 1999).

Em plantios onde há presença constante de fontes de inóculo, como restos de folhas ou galhos e folhas secas doentes aderidos à planta, a incidência da doença continua elevada, apesar da poda. O sucesso de controle com a poda fitossanitária pode ser comprometido quando há fontes de inóculo do patógeno no entorno da propriedade, como plantios abandonados com alta infestação da doença.

Controle químico

Na fase de viveiro, para reduzir a incidência de vassouras nas plantas originadas de sementes, podem ser feitas aplicações quinzenais com oxiclureto de cobre (0,4%), principalmente em áreas onde é alta a incidência de vassoura de bruxa em plantios próximos ao viveiro.

Nos pomares, a aplicação semanal de fungicidas cúpricos a 0,4% pode ser adotada para proteger as flores e frutos durante a época de maior produção de basidiocarpos, em associação com aplicações de fungicidas sistêmicos na copa, com o objetivo de inibir a formação de vassouras e erradicar o micélio do patógeno.

A cultura do cupuaçuzeiro está enquadrada na categoria *minor crop*, ou seja, uma cultura com suporte fitossanitário insuficiente (CSFI). Assim, o Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) publicou a Instrução Normativa Conjunta nº 01, de 23 de fevereiro de 2010, revogada pela Instrução Normativa Conjunta nº 01, de 16 de junho de 2014, que define as culturas pequenas e/ou especiais como culturas com suporte fitossanitário insuficiente (CSFI) e cria agrupamentos de culturas nos moldes do Codex Alimentarius, considerando aspectos morfológicos das cultivares produzidas no Brasil, sua proximidade taxonômica, a semelhança de práticas agrícolas e a forma de consumo. Também, são definidos regras e procedimentos para autorizar a extrapolação dos limites máximos de resíduos (LMR), de um ingrediente ativo registrado para uma cultura representativa do grupo para as demais culturas desse mesmo agrupamento, desde que respeitadas as indicações de alvos biológicos e dosagens previstas (Brasil, 2017). Assim, está permitida a aplicação de fungicida à base de fluxapiraxade (F68) + piraclostrobina (P46) para o controle da vassoura de bruxa, aplicado de acordo com as instruções inseridas na bula.

Controle biológico

Tendo como o alvo o patógeno causador da vassoura de bruxa, o controle biológico envolve a utilização de produtos que minimizam danos causados ao ambiente por meio da atuação de micro-organismos benéficos. Bastos (2015) demonstrou o potencial do controle biológico de *M. perniciosa* pelo tratamento de vassouras com inóculo do fungo *Cladobotryum amazonense* e do controle químico pelo tratamento de tecidos sadios com os possíveis metabólitos tóxicos presentes no filtrado da sua cultura.

Um biofungicida à base de *Trichoderma stromaticum*, certificado pelo Mapa, em 2012, para uso contra *M. perniciosa* (Costa, 2012), atuou inibindo em 90% a reprodução e disseminação do patógeno.

Morte-progressiva

A morte-progressiva, seca-descendente ou resinose, é incitada pelo fungo *Lasiodiplodia theobromae*, que é um patógeno cosmopolita, polífago e oportunista. Essa doença é frequente em plantas estressadas (Cardoso et al., 2010). O estresse hídrico (Lewis; Van Arsdell, 1978), a deficiência de cálcio, a deficiência de oxigênio nas raízes e mudas estressadas e/ou afetadas por outras doenças (Tavares, 1993) predispõem à ocorrência e ao rápido avanço da morte-progressiva. Além disso, ferimentos na planta facilitam a penetração

do patógeno, sendo a principal via de entrada do fungo no cupuaçuzeiro (Souza, 2007).

A disseminação de *L. theobromae* se dá, principalmente, pela ação do homem, ao utilizar ferramentas contaminadas, e também pela água, respingos da chuva, vento, insetos e por partes de plantas infectadas (Cardoso et al., 1997).

Sintomas

Em plantas jovens, o fungo causa necrose, que pode anelar o caule e induzir o secamento da planta em menos de uma semana (Gondim et al., 2001). Em plantas adultas, no estágio inicial, surgem manchas escuras no caule, causadas pela colonização dos tecidos internos, progredindo para manchas escuras na casca.

No caule e nos ramos afetados, ocorre necrose descendente, geralmente em forma de “v” invertido (Figura 4.7), queima ou podridão seca dos ramos e formação de cancrios no tronco, em geral com presença de exsudação. Em estádios avançados, ocorre deformação no local afetado, com exposição do lenho, seca dos ramos e morte da planta (Benchimol, 2009).

Fotos: José Raimundo Quadros Fernandes



Figura 4.7. Sintoma de morte-progressiva do caule (*Lasiodiplodia theobromae*) em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) iniciando na base do caule (A) e na bifurcação dos ramos (B).

Os sintomas podem progredir para necrose, anelando a região afetada, causando a seca parcial de galhos ou até a morte da planta (Souza et al., 2014). A doença, em estágio avançado, induz alterações na taxa fotossintética (Bezerra et al., 2003) e sintomas característicos de infecção vascular, como murcha, amarelecimento e queda das folhas (Freire et al., 2002).

O fungo também pode infectar os frutos do cupuaçuzeiro, causando a podridão interna da polpa e das amêndoas (Gondim et al., 2001), cuja infecção é facilitada pela ação de insetos na casca do fruto (Venturieri, 1993) ou por problemas mecânicos, como rachaduras, portas de entrada para o fungo. O principal sintoma nos frutos é o apodrecimento da polpa, que fica enegrecida ou, por vezes, amarelada ou liquefeita (Benchimol, 2009).

O patógeno pode permanecer inativo nos tecidos da planta, sem que esta manifeste sintomas, o que ocorrerá caso a planta passe por algum tipo de estresse nutricional ou hídrico (Mohali et al., 2005).

Manejo

A grande variabilidade genética entre isolados de *L. theobromae* patogênicos às fruteiras tropicais dificulta seu controle, em função da adaptação relativamente fácil que pode apresentar frente aos fungicidas utilizados para controle químico da doença (Cardoso et al., 1998; Cardoso; Wilkinson, 2008; Lima et al., 2013). A aplicação de fungicida não é suficiente para controlar a doença e deve ser associado ao manejo cultural e ao controle genético, visando sua prevenção (Tavares, 2002).

Em plantios experimentais de clones de cupuaçuzeiro atacados pela doença, alguns parentais ofereceram indícios de resistência à doença que, entretanto, carecem de estudos complementares mais aprofundados para confirmação dessa condição, indicando que essa doença, por representar um sério risco para a cultura do cupuaçuzeiro, demanda pesquisas que abordem seu controle integrado (Alves et al., 2018).

Principais medidas preventivas recomendadas para o manejo da morte-progressiva:

- Estabelecer o plantio com mudas livres da doença.
- Realizar inspeções periódicas no plantio, para detectar plantas doentes.
- Realizar podas de limpeza, eliminados os ramos doentes e/ou secos e protegendo as partes expostas durante a poda com pasta cúprica.

- Desinfestar ferramentas de poda com solução de hipoclorito de sódio (água sanitária) diluída em água na proporção de 1:3.
- Eliminar restos da cultura e erradicar de todas as plantas mortas ou que apresentem a doença em estágio avançado.
- Controlar insetos que possam causar ferimentos às plantas.
- Evitar o estresse hídrico (falta ou excesso de água).
- Evitar o estresse nutricional na planta, principalmente de cálcio, cuja ausência potencializa a ação do patógeno.

Antracnose

Doença comum no cupuaçuzeiro, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, frequentemente associada a plantas sob estresse nutricional ou hídrico. Ataca mudas e plantas adultas (Figura 4.8), provocando manchas isoladas ou a queima das folhas e o secamento total dos lançamentos afetados.



Foto: Ruth Linda Benchimol

Figura 4.8. Sintoma de antracnose em folha madura.

Para minimizar a ação do patógeno, adotar medidas de manejo que propiciem o desenvolvimento vigorosos das plantas, evitando estresse hídrico e nutricional, como a adubação adequada e irrigação, caso necessário. Podem ser realizadas aplicações quinzenais com fungicidas cúpricos (3 g L⁻¹ de água em plantas adultas e 0,03 g L⁻¹ de água em mudas), até a redução ou o desaparecimento

dos sintomas (Benchimol, 2004). Também, considerando-se o status de *minor crop* da cultura do cupuaçuzeiro, fungicidas sistêmicos pertencentes ao grupo dos triazóis, autorizados para uso na cultura do cupuaçuzeiro, podem ser utilizados para o controle da antracnose, aplicando-se no início da formação dos frutos, no máximo quatro vezes ao ano, em intervalos de 7 a 10 dias, seguindo as instruções inseridas na bula.

Mancha de *Phomopsis*

O cupuaçuzeiro pode ser afetado pelo fungo *Phomopsis* sp., causando manchas foliares caracterizadas por pequenas lesões de cor marrom, nas folhas novas, e esbranquiçadas, pardas ou avermelhadas, nas folhas maduras (Figura 4.9).



Fotos: Ruth Linda Benchimol

Figura 4.9. Mancha de *Phomopsis* em folhas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) jovens (A) e maduras (B e C).

A incidência da doença geralmente é baixa e não afeta significativamente a planta, mas, em caso de alta incidência em folhas jovens, principalmente, recomenda-se a aplicação de fungicidas à base de cobre (Lima; Souza, 1998; Benchimol, 2000; Dias, Lopes Filho, 2001).

Mancha-parda

Doença causada pelo fungo *Calonectria kyotensis*, cujos sintomas consistem em lesões foliares extensas e irregulares, de tonalidade pardo-clara, com zonas amarelas entre o tecido doente e o sadio. Seu controle pode ser realizado juntamente com o recomendado para antracnose.

Podridão-branca de raiz

O agente causal da podridão-branca de raiz é o fungo *Rigidoporus lignosus*, que ocasiona como sintoma reflexo o bronzeamento, seguido de amarelecimento e seca total da copa da árvore afetada, sendo mais comum em plantios feitos em área com tocos de árvores remanescentes, cujas raízes apodrecidas mantêm fonte de inóculo do patógeno e transmitem-no por contato com as raízes do cupuaçuzeiro (Benchimol, 2000).

Como forma de controle, recomenda-se eliminar, destocar e queimar plantas com sintomas de amarelecimento na copa. Em plantas com comprometimento parcial de apenas um lado da copa, expor essa parte do sistema radicular abrindo uma trincheira, para eliminar as raízes afetadas, e pincelar as partes sadias com fungicida à base de cobre, fechando a trincheira em seguida (Benchimol, 2004).

Podridão-negra dos frutos

A podridão-negra dos frutos, também chamada de podridão-interna dos frutos, é causada, principalmente, pelo fungo *Lasiodiplodia theobromae*, o qual penetra nos frutos por meio de ferimentos externos na casca dos frutos, provocados por insetos, problemas fisiológicos ou danos mecânicos, ocasionando o apodrecimento da polpa, que fica enegrecida ou amarelada e liquefeita (Benchimol, 2000).

Para reduzir ou até eliminar a incidência da doença, evitar ferimentos mecânicos na casca dos frutos e minimizar os danos provocados por insetos, como a broca *Conotrachelus humeropictus*.

Podridão do pé

O fungo *Phytophthora palmivora* é o agente causal da podridão do pé. Os sintomas são caracterizados pela paralisação no desenvolvimento,

amarelecimento e queda prematura das folhas; apodrecimento de algumas raízes e dos tecidos internos do caule, além do enegrecimento da casca na região do coleto e exsudação de resina escurecida (Nunes et al., 1998; Benchimol, 2000).

Para o controle preventivo da doença, evitar o plantio em áreas encharcadas ou sujeitas ao alagamento, sombreamento excessivo e fermentos na base do caule durante a execução dos tratos culturais. As plantas doentes devem ser eliminadas (Benchimol, 2004).

Queima do fio

O agente etiológico da doença é o fungo *Ceratobasidium stevensii* (sin. *Kolleroga noxia*; *Pellicularia koleroga*), que ataca ramos e folhas. As partes afetadas pelo patógeno destacam-se e ficam penduradas nos ramos por rizomorfos (micélio grosso) do próprio fungo (Benchimol, 2000).

Para o controle da doença, eliminar as partes afetadas por meio de podas e remover as partes podadas da área de plantio. Proteger as partes expostas pela poda com pasta cúprica.

Rubelose

É provocada pelo fungo *Erythricium salmonicolor* (sin. *Corticium salmonicolor*) e ocorre esporadicamente em plantios de cupuaçuzeiro (Gasparotto; Pereira, 1999). Em plantas jovens, mesmo sendo de importância secundária, pode provocar a morte de ramos e causar deformação na copa. O fungo forma uma teia micélica ao longo da superfície dos ramos atingidos e penetra no lenho, matando os ramos, sobre os quais observa-se a esporulação intensa do patógeno, de cor salmão (Figura 4.10).



Foto: Ruth Linda Benchimol

Figura 4.10. Ramo de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) atacado por *Erythricium salmonicolor*.

O manejo da doença consiste na remoção dos ramos doentes, para reduzir as fontes de inóculo na área de plantio, protegendo-se as partes expostas com pasta de fungicida à base de cobre. As plantas saudáveis no entorno das doentes podem ser pulverizadas com óxido cuproso, como medida preventiva.

Nota sobre a monilíase

A doença conhecida como monilíase dos frutos do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) e do cacaueiro (*Theobroma cacao*) é provocada pelo fungo *Moniliophthora roreri* e está distribuída por vários países das Américas do Norte, do Sul, Central e Caribe (Gramacho et al., 2018). No Brasil, o primeiro foco foi identificado em julho de 2021, no município de Cruzeiro do Sul, no estado do Acre (Siviero et al., 2019, 2022). Mais recentemente, outro foco de monilíase foi detectado em Tabatinga, estado do Amazonas, na região da tríplice fronteira entre Brasil, Colômbia e Peru, em comunidades rurais ribeirinhas (Brasil, 2017). Posteriormente, a monilíase foi detectada no município de Benjamin Constant (Brasil, 2022).

A monilíase ataca apenas os frutos do cupuaçuzeiro e do cacaueiro, além de outros hospedeiros do gênero *Theobroma*, não atacando os ramos e folhas. Pode causar perda total na produção de frutos, caso o manejo adequado não seja implementado. No caso do cupuaçuzeiro, a doença se inicia silenciosamente, por meio de manchas escuras e estrias na casca do fruto, as quais ficam camufladas sob a pilosidade de coloração marrom característica, e só é detectada quando se faz a raspagem dessa camada. O fungo frutifica e se multiplica rapidamente nessas lesões, formando uma densa camada de pó esbranquiçado, composta de esporos, os quais são as unidades reprodutivas responsáveis pela sua disseminação, que é potencializada por meio da ação do homem, do vento, da água e de insetos (Siviero et al., 2019, 2022).

A Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (Adepará) vem operando intensamente nas regiões de fronteira do Pará com o Amazonas, visando prevenir a entrada dessa praga no Pará, por meio da demarcação de rotas de risco para a monilíase e do reforço nas ações de educação sanitária em municípios como Juruti, Faro e Terra Santa (Oestadonet, 2023).

No caso de detecção da monilíase do cupuaçuzeiro no estado do Pará, em qualquer situação, seja em pomar comercial ou em quintais, as recomendações são para informar imediatamente os órgãos de fiscalização, como a Adepará e o Mapa, sem remover da planta o fruto com suspeita da doença, para que seja confirmada ou não a sua diagnose.

Nos locais onde a doença já foi detectada, as ações de controle recomendadas são a poda de rebaixamento e formação da copa, a remoção semanal de frutos doentes, a aplicação de ureia a 15% nos resíduos de frutos que permanecerem no local e a utilização de clones resistentes em novos plantios (Pimentel, 2022; Siviero, 2023).

Referências

AIME, M. C.; PHILLIPS-MORA, W. The causal agent of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of *Marasmiaceae*. **Mycologia**, v. 97, n. 5, p. 1012-1022, 2005.

ALVES, R. M. **Substituição de copa do cupuaçuzeiro**: método alternativo para controle da vassoura-de-bruxa. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 6 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 236).



ALVES, R. M.; BENCHIMOL, R. L.; OLIVEIRA, R. P. de; CHAVES, S. F. da S. **Resistência de genótipos de cupuaçuzeiro a *Lasiodiplodia theobromae***. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2018. 19 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 128).



ALVES, R. M.; CHAVES, S. F. da S. **Cultivares clonais de cupuaçuzeiro recomendadas para o estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019. 11 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 313).



ALVES, R. M.; CRUZ, E. D. **Cultivares de cupuaçuzeiro tolerantes à vassoura-de-bruxa**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Recomendações técnicas).



ALVES, R. M.; FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O. Aspectos socioeconômicos do cupuaçuzeiro na Amazônia: do extrativismo à domesticação. In: SANTANA, A. C. (ed.). **Mercado, cadeias produtivas e desenvolvimento rural na Amazônia**. Belém, PA: UFRA, 2014. p. 197-223.

BASTOS, C. N. **Epifitologia, hospedeiros e controle da vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciosa*) (Stahel) Singer**. Ilhéus: Ceplac-Cepec, 1990. 21 p. (CEPLAC-CEPEC. Boletim técnico, 168).

BASTOS, C. N. Infecção de plântulas de cacaueiro por outros tipos de propágulos, diferentes de basidiósporos, produzidos "in vitro" por *Crinipellis perniciosa*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 451-453, 1993.

BASTOS, C. N. Capacidade de *Crinipellis perniciosa* produzir basidiósporos viáveis em vassouras com três anos de idade e de infectar tecidos do cacaueiro com gemas dormentes. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, p. 585-587, 1994.

BASTOS, C. N. Ação parasitária de *Cladobotryum amazonense* a basidiomas de *Moniliophthora perniciosa* em vassouras de cacaueiro, cupuaçuzeiro e lobeira. **Agrorópica**, v. 27, n. 2, p. 125-128, 2015.

BASTOS, C. N.; ANDEBRHAN, T. Urucu (*Bixa orellana*): nova espécie hospedeira de vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciosa*) do cacaueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, n. 4, p. 963-965, 1986.

BASTOS, C. N.; EVANS, H. C. A new pathotype of *Crinipellis pernicios*a (witches' broom disease) on solanaceous hosts. **Plant Pathology**, v. 34, p. 306-312, 1985.

BENCHIMOL, R. L. **Doenças do cupuaçuzeiro causadas por fungos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 50 p.



BENCHIMOL, R. L. **Principais doenças do cupuaçuzeiro e recomendações de controle**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. (Embrapa Amazonia Oriental. Comunicado técnico, 132).

BENCHIMOL, R. L. Manejo de doenças fúngicas do cupuaçuzeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PRAGAS, 1., 2009, Belém, PA. **Manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas em grãos e fruteiras**: Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009.

BENCHIMOL, R. L. Manejo da vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro na Amazônia. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, p. CXII-CXIII, Aug. 2010. Suplemento. Edição dos resumos do XLIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Cuiabá, ago. 2010.

BEZERRA, M. A.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A.; VIDAL, J. C.; ALENCAR, E. S. **Efeito da resinose na fotossíntese do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 12 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 8).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Culturas com suporte fitossanitário insuficiente – CSFI**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/culturas-com-suporte-fitossanitario-insuficiente-csfi>. Acesso em: 28 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria SDA No. 703, de 21 de novembro de 2022. **Diário Oficial da União**: seção 1, ed. 219, p. 4, 22 nov. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/planos-de-contingencia-pragas-ausentes/PORTARIA_SDA_N_703_DE_21_DE_NOVEMBRO_DE_2022_PORTARIA_SDA_N_703_DE_21_DE_NOVEMBRO_DE_2022_DOU_Imprensa_Nacional.pdf. Acesso em: 6 jul. 2023.

CARDOSO, J. E.; CAVALCANTI JUNIOR, A. T.; MAIA, C. B. Efeito da podridão-seca da gravioleira (*Lasiodiplodia theobromae*), na sanidade e germinação da semente e vigor das plântulas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 253, ago. 1997. Suplemento.

CARDOSO, J. E.; CAVALCANTI, J. J. V.; CYSNE, A. Q.; SOUSA, T. R. M.; CORRÊA, M. C. M. Interação enxerto e porta-enxerto na incidência da resinose do cajueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3 p. 847-854, 2010.

CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. C. O.; SÁ, F. T. Disseminação e controle da resinose em troncos de cajueiro decepados para substituição de copa. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 48-50, 1998.

CARDOSO, J. E.; WILKINSON, M. J. Development and characterization of microsatellite markers for the fungus *Lasiodiplodia theobromae*. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 1, p. 55-57, 2008.

COSTA, J. de C. do B. Fungo x vassoura-de-bruxa. **A Lavoura**, n. 690, 2012. Disponível em: <https://alavoura.com.br/materias/fungo-x-vassoura-de-bruxa/>. Acesso em: 15 maio 2023.

CRONSHAW, D. W.; EVANS, H. C. Witches' broom disease of cocoa (*Crinipellis pernicios*a) in Ecuador. 11 Methods of infection. **Annals of Applied Biology**, v. 89, n. 2, p. 193-200, 1978.

DESROSIER, R. Enfermedades fungosas del cacao y su controle. In: HARDY, F. (comp.). **Manual de cacao**. Turrialba: IICA, 1961. p. 253-286.

DIAS, J. do S. A.; LOPES FILHO, R. P. **Mancha de Phomopsis em cupuaçuzeiros no estado do Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2001. 2 p. (Embrapa Amapá. Comunicado técnico, 63).

EVANS, H. C. Research on cocoa disease in Ecuador: past and presente. **Pans**, v. 23, n. 1, p. 68-80, 1977.

EVANS, H. C. Pleomorphism in *Crinipellis perniciosa*, causal agent of witches' broom disease of cocoa. **Transactions of The British Mycological Society**, v. 74, n. 3, p. 515-523, 1980.

FALCÃO, M. A.; MORAIS, R. R. de; CLEMENT, C. R. Influência da vassoura-de-bruxa na fenologia do cupuaçuzeiro. **Acta Amazonica**, v. 29, n. 1, p. 13-19, 1999.

FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A.; VIANA, F. M. P. Diseases of cashew nut plants (*Anacardium occidentale* L.) in Brazil. **Crop Protection**, v. 21, n. 6, p. 489-494, 2002.

FRIAS, G. A.; PURDY, L. H.; SCHMIDT, R. A. An inoculation method for evaluating resistance of cacao to *Crinipellis perniciosa*. **Plant Disease**, v. 79, n. 8, p. 787-791, 1995.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R.; VERÁS, S. M. Poda fitossanitária no controle da vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24, p. 286-287, ago. 1999. Suplemento. Edição dos resumos do 32º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 1999. Resumo 249.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. Patógenos associados a fruteiras nativas da Amazônia. **Summa Phytopathologica**, v. 25, n. 1, p. 20, 1999.

GONDIM, T. M. de S.; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. de J. B.; SOUZA, J. M. L. de. **Aspectos da produção de cupuaçu**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 43 p. (Embrapa Acre. Documentos, 67).

GRAMACHO, K. P.; ALBUQUERQUE, P. S. B. A.; BASTOS, C. N.; LOPES, U. V.; MATTOS SOBRINHO, C. V. *Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) (Agaricales: Marasmiaceae). In: MORAIS, E. G. F.; LOHMANN, T. R.; SILVA, M. L. da; PARIZZI, P.; LARANJEIRA, F. F. (ed.). **Priorização de pragas quarentenárias ausentes no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Cap. 17, p. 257-271.

HOMMA, A. K. O.; WALKER, R. T.; CARVALHO, R. A.; CONTO, A. J.; FERREIRA, A. P. Razões de risco e rentabilidade na destruição de recursos florestais: o caso de castanhaes em lotes de colonos no Sul do Pará. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 27, n. 3, p. 515-535, 1996.

IBGE. **Censo Agro 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017.html>. Acesso em: 16 maio 2023.

LEWIS, R.; VAN ARSDEL, E. P. Vulnerability of water-stressed sycamores to strains of *Botryodiplodia theobromae*. **Plant Disease Reporter**, v. 62, p. 62-63, 1978.

LIMA, M. I. P. M.; SOUZA, A. das G. C. de. **Diagnose das principais doenças do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.) e seu controle**. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. 18 p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 9).

LIMA, J. S.; MOREIRA, R.; CARDOSO, J. E.; MARTINS, M. V. V.; VIANA, F. M. P. Caracterização cultural, morfológica e patogênica de *Lasiodiplodia theobromae* associado a frutíferas tropicais. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 2, p. 81-88, 2013.

LIMA, H. E.; ARAÚJO, R. F.; QUEIROZ, E. S.; ALBUQUERQUE, T. C. S. de. Manejo integrado da vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro em Roraima. In: SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO ESTADO DE RORAIMA, 10., 2015, Boa Vista. **Resumos** [...]. Boa Vista, RR: UERR, 2015.

LOCATELLI, M.; SOUZA, V. F.; VIEIRA, A. H.; QUINSEN, R. C. Estudo do comportamento produtivo do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais. In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA NA AMAZÔNIA, 1., 1996, Manaus. **Anais** [...]. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. p. 158-159. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 6).

LOPES, J. R. M.; LUZ, E. D. M. N.; BEZERRA, J. L. Suscetibilidade do cupuaçuzeiro e outras espécies vegetais a isolados de *Crinipellis pernicioso* obtidos de quatro hospedeiros diferentes no sul da Bahia. **Fitopatologia brasileira**, v. 26, n. 3, p. 601-605, 2001.

MATA, R. R. da; SANTOS, G. A. N. dos; PINHEIRO, E. C. N. M.; SANTOS, S. I. dos. Severidade da vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiro em condições de campo. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 11, p. 74102-74115, nov. 2022.



MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B.; ALVES, R. M. **Substituição de copa de cupuaçuzeiro**: estudo de caso de agricultores de Tomé-Açu, Pará. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019. 46 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 445).

MOHALI, S.; BURGESS, T. I.; WINGFIELD, M. J. Diversity and host association of the tropical tree endophyte *Lasiodiplodia theobromae* revealed using simple sequence repeat markers. **Forest Pathology**, v. 35, n. 6, p. 385-396, 2005.

NAZARÉ, R. F. R. Processamento tecnológico do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum). In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA NA AMAZÔNIA, 1., 1996, Manaus. **Anais** [...]. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. p. 137-143. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 6).

NUNES, A. M. L.; ALBUQUERQUE, F. C.; OLIVEIRA, R. P.; SÁ, T. D. A.; NUNES, M. A. L.; SHIMIZU, O. Epidemiologia da vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental. **Geração de tecnologia agroindustrial para o desenvolvimento do trópico úmido**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU: Jica, 1996. p. 83-105.

NUNES, A. M. L.; ALBUQUERQUE, F. C.; NUNES, M. A. L. Podridão do pé do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 78, 1998.

OESTADONET. **Adepará faz ação no oeste do Pará sobre riscos de fungo que ataca frutos do cacauero e cupuaçuzeiro**. Disponível em: <https://www.oestadonet.com.br/noticia/23172/adepara-faz-acao-no-oeste-do-para-sobre-riscos-de-fungo-que-ataca-frutos-do-cacauero-e-cupuaçuzeiro/>. Acesso em: 5 jul. 2023.

PARÁ. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca. **Indicadores agropecuários**. Belém, PA, 2020.

PARÁ. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca. **Cupuaçu**. Disponível em: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jfzq6zFYcJQSJXTQ5x7rch1BbfjMbuB/edit?rtpof=true&gid=538373708#gid=538373708>. Acesso em: 14 abr. 2023.

PEGLER, D. N. *Crinipellis perniciosus* (Agaricales). **Kew Bulletin**, v. 32, n. 4, p. 731-736, 1978.

PEREIRA, J. L.; RAM, A.; FIGUEIREDO, J. M.; ALMEIDA, L. C. C. Primeira ocorrência da vassoura-de-bruxa na principal região do Brasil. **Agrotropica**, v. 1, n. 1, p. 79-81, 1989.

PIMENTEL, L. P. **Monilíase do cupuaçu**. [Belém, PA]: Adepará, 2022. Disponível em: <https://www.scribd.com/document/636721192/Moniliase-do-cupuaçu-2>. Acesso em: 6 jul. 2023.

POUND, F. J. **Cacao and witches' broom disease (*Marasmius perniciosus*) of South America with notes on other species of *Theobroma***: report on a visit to Ecuador, the Amazon valley and Colombia, April, 1937 - April, 1938. Port-of-Spain: Yuille's Printerie, 1938. 58 p.

PURDY, L. H.; SCHMIDT, R. A. Status of cacao witches' broom: biology, epidemiology, and management. **Annual Review of Phytopathology**, v. 34, p. 573-594, 1996.

SILVA, P. **Cacau e lagartão ou vassoura-de-bruxa**: registros efetuados por Alexandre Rodrigues Ferreira nos anos de 1785 a 1787 na Amazônia. Itabuna: CEPLAC, 1987. 21 p. (CEPLAC. Boletim técnico, 146).

SINGER, R. A monographic study of the genera *Crinipellis* and *Chaetocalathus*. **Lilloa**: Revista de Botânica, v. 8, p. 441-534, 1942.

SIVIERO, A.; MACEDO, P. E. F. de; MOREIRA, G. T. S. Doenças em cacaueiro e cupuaçuzeiro no Acre. **Agrotropica**, v. 34, n. 2, p. 159-164, 2022.

SIVIERO, A.; GONÇALVES, R. C.; NOGUEIRA, S. R.; MACEDO, P. E. F. de. **Diga não à monilíase**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2019. 1 folder. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197341/1/26783.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2023.

SOUZA, A. das G. C. de (ed.). **Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro**. Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 56 p.

SOUZA, M. G.; ALMEIDA, O. C.; SOUZA, A. G. C. **Doenças do cupuaçu**. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2014. 6 p.

SREENIVASAN, T. N.; DABYDEEN, S. Modes of penetration of young cocoa leaves by *Crinipellis perniciosus*. **Plant Disease**, v. 73, n. 6, p. 478-481, 1989.

STAHEL, G. *Marasmius perniciosus* nov. spec., the cause of the krulloten disease of cacao in Suriname. **Bulletin van den Departement van den Landbouw**, n. 33, p. 1-25, 1915.

STEIN, R. L. B. Vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro ações de pesquisa e resultados. In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA NA AMAZÔNIA, 1., 1996, Manaus. **Anais [...]**. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. p. 149-157. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 6).

STEIN, R. L. B.; ALBUQUERQUE, F. C.; NASCIMENTO, R. M. Biologia de *Crinipellis perniciosus* do cupuaçuzeiro: observações de campo. **Fitopatologia Brasileira**, v.19, p. 273, 1994. Suplemento.

STEIN, R. L. B.; ALBUQUERQUE, F. C.; NASCIMENTO, R. M. Vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro:

observações de campo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém. **Anais** [...]. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU: Jica, 1997. p. 333-339.

TAVARES, S. C. H. *Botryodiplodia theobromae* Lat. em mangueira no submédio São Francisco. II. Condições predisponentes - controle. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 15, n. 1, p. 147-152, 1993.

TAVARES, S. C. C. de H. Epidemiologia e manejo integrado de *Botryodiplodia theobromae* – situação atual no Brasil e no mundo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. S46-S52, 2002. Suplemento.

THOROLD, C. A. **Diseases of cocoa**. Oxford: Clarendon Press, 1975. 425 p.

WENT, E. A. F. C. **Krulloten en versteende vruchten van de cacao in Suriname**. Amsterdam: J. Muller, 1904. 40 p.



Capítulo 5 – Polinização e polinizadores do cupuaçuzeiro

Márcia Motta Maués

Introdução

A polinização é um dos serviços ambientais de maior importância para o bem-estar do homem. Considerando o total de 352 mil espécies de angiospermas existentes no mundo, cerca de 308 mil, ou seja, 87,5% daquele conjunto, tem algum grau de dependência dos polinizadores para se reproduzirem (Ollerton et al., 2011). Nas regiões tropicais, essa dependência é ainda maior (até 94%) do que nas regiões temperadas (78%), mas ainda assim evidenciando um vínculo muito forte entre plantas e polinizadores bióticos (Klein et al., 2007; Ollerton et al., 2011). Roubik (1995) destaca que 70% dos principais cultivos das regiões tropicais produzem frutos e sementes em maior quantidade e com melhor qualidade, quando são polinizadas eficientemente por animais.

O valor dos serviços de polinização animal na produção agrícola global está estimado entre US\$ 235 bilhões e US\$ 577 bilhões por ano (Potts, 2016). No Brasil, esse número gira em torno de US\$ 12 bilhões ao ano (Giannini et al., 2015) e, no estado do Pará, corresponde a quase R\$ 1 bilhão por ano, valor que é explicado pois a maioria dos cultivos agrícolas do estado depende da polinização animal, como o açaí (*Euterpe oleracea*) e o cacau (*Theobroma cacao*) (Borges et al., 2020). A Avaliação Temática sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos, produzida no âmbito do Painel Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos, revelou que 75% dos cultivos agrícolas e até 90% das plantas superiores dependem, pelo menos parcialmente, da ação dos polinizadores e alertou para os riscos de declínio ou perda de espécies de agentes polinizadores no mundo, e as

consequências para o bem-estar do homem (Potts et al., 2016). Da mesma maneira, 76% das plantas cultivadas no Brasil dependem de mais de 600 espécies de polinizadores, como aponta o relatório produzido pela Rede Brasileira de Interações Planta-Polinizador em Wolowsky et al. (2019).

Entretanto, estudo recentes apontam que a diversidade e abundância de insetos polinizadores silvestres têm diminuído em muitas paisagens agrícolas, porém, existem interações positivamente correlacionadas entre as espécies frutíferas e os polinizadores silvestres de cultivos importantes no mundo todo (Garibaldi et al., 2013; Dicks et al., 2021). As abelhas constituem o principal grupo de polinizadores, devido à sua dependência e relação coevolutiva com recursos florais como pólen e néctar. Porém, acredita-se que somente um terço da diversidade de abelhas da região Neotropical tenha sido descrita (Moure et al., 2007; Pedro, 2014) e o seu papel nos serviços de polinização nos ambientes naturais e, particularmente, nos ambientes agrícolas é praticamente não documentado.

As espécies frutíferas nativas que compõem a biodiversidade amazônica constituem um repositório valioso e apresentam elevada aceitação para o seu consumo tanto in natura como na forma de aproveitamento de subprodutos (Clement et al., 1982; Souza et al., 1996). Dentre estas, destaca-se o cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.], espécie arbórea pertence à família Malvaceae, cujas populações nativas ocorrem ao sul do Rio Amazonas, passando pelos estados do Amazonas e Pará e chegando até a porção oeste do Maranhão (Cuatrecasas, 1964). Quando cultivada, seu porte é mantido entre 4 e 8 m de altura (Figura 5.1), porém, pode alcançar até 20 m em populações espontâneas nas áreas de floresta do sul e nordeste da Amazônia Oriental (Müller et al., 1995).

Foto: Márcia Maués



Figura 5.1. Plantio de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) na Área Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

A espécie é considerada também um cultivo pré-colombiano pois foi disseminada pelas populações tradicionais para outros locais da região Norte (Clement, 1999) e atualmente vem sendo cultivada em plantios solteiros ou consorciados (Souza et al., 1999; Alves et al., 2014). É uma frutífera alógama, de comprovado potencial econômico, que atrai atenção devido ao exótico sabor de seus frutos, cuja polpa é usada na culinária local (Calzavara et al., 1984; Clement; Venturieri, 1990) e as sementes na fabricação do cupulate (chocolate de cupuaçu) (Calzavara et al., 1984; Cavalcante, 1988; Clement; Venturieri, 1990).

O cupuaçuzeiro foi, durante muitos anos, uma planta cultivada nos sítios e quintais de lares amazônicos. A sua expansão para cultivo em escala comercial teve início a partir do final dos anos 1970, com destaque para a colônia nipo-brasileira do município de Tomé-Açu, estado do Pará. Nessa época, a atenção mundial se voltou para a Amazônia com os conflitos de terra, cujo ápice foi a morte de Chico Mendes, o que fez com que o interesse por espécies frutíferas como o cupuaçu, açaí, bacuri, entre outros, que antes eram consumidas apenas pelas populações locais, ultrapassasse as fronteiras amazônicas (Alves et al., 2014).

Estudos realizados por Falcão e Lleras (1983) falam do alto índice de aborto floral nessa espécie frutífera, ressaltando que a conversão de flores a frutos no cupuaçuzeiro ocorre na proporção de 2,5 mil flores para quatro frutos maduros, o que não é incomum em espécies arbóreas nativas da Amazônia (Maués, 2006). As causas podem estar relacionadas ao complexo sistema de autoincompatibilidade encontrado nessa espécie (Venturieri, 1993; Venturieri; Ribeiro-Filho, 1995), que a torna obrigatoriamente alógama e dependente da polinização biótica, ou seja, a presença de polinizadores é fundamental para a formação de frutos e sementes, pois requer a deposição de pólen na quantidade adequada e de forma compatível (polinização cruzada), a exemplo do que ocorre no cacau (Falque et al., 1995).

Este trabalho tem por objetivo trazer informações sobre biologia floral, polinização e polinizadores do cupuaçuzeiro, a fim de ampliar o conhecimento sobre essa importante cultura amazônica e subsidiar práticas amigáveis aos polinizadores, visando o incremento da polinização.

Características florais do cupuaçuzeiro

Morfologia floral

As flores de *T. grandiflorum* estão organizadas em inflorescências axilares ou extra-axilares (Figura 5.2), com uma a cinco flores hermafroditas, pedunculadas, actinomorfas, heteroclamídeas, isostêmones e hipóginas, apresentando cálice com cinco sépalas carnosas ferrugíneas de formato triangular, dialissépalas, com tegumentação pilosa na face adaxial; corola dialipétala, pentâmera, com pétalas carnosas com base arredondada-cuculada (cógula) de cor amarelo-esbranquiçada e lâmina unguiculada subtrapezoidal (lígula) cuja coloração varia do vermelho ao vermelho-escuro ou violeta; androceu dialistêmon, poliadelfo, com cinco estaminoides estéreis petaloides, triangular-linguiformes, formando uma coroa ao redor do estigma, de cor vermelho-escuro independentemente da cor da corola, e cinco estames férteis trifurcados, cada um com duas anteras, situados no interior das cógulas e fundidos na base com os filetes dos estames férteis; gineceu com ovário súpero, pentalocular, pluricarpelar (dez óvulos por carpelo), hirsuto-tomentoso, de coloração esbranquiçada, estilete com cinco ramos estigmáticos (estigma ramificado) livres na base (Venturieri, 1994).

Foto: Márcia Maués



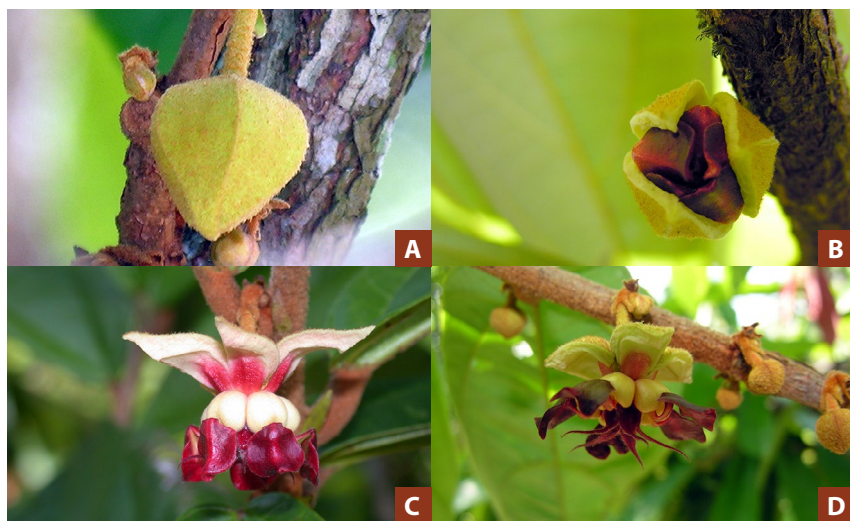
Figura 5.2. Flor do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*).

As flores apresentam barreiras físicas que isolam o estigma das anteras, impedindo a deposição espontânea de pólen nos verticilos reprodutivos femininos, além de um complexo sistema de autoincompatibilidade genética, tornando a espécie obrigatoriamente alógama (Venturieri, 1993; Venturieri; Ribeiro Filho, 1995) e zoófila. A forma da flor pode ser considerada uma variante do tipo “armadilha”, de acordo com a classificação de Endress (1994),

uma vez que, ao pousar na flor, o inseto visitante é levado a percorrer suas estruturas e cavidades para ter acesso aos recursos florais ofertados, que ficam muito bem protegidos, e, nesse caminhar, recebem o pólen que será transferido ao estigma da flor em outras visitas.

Antese e longevidade floral

A antese inicia com o intumescimento do botão floral (Figura 5.3A), provocando a ruptura das sépalas, geralmente por volta das 6h ou 7h da manhã e termina com a ruptura total das sépalas entre 10h e 12h. Em alguns casos, esse horário pode se prolongar mais, até por volta das 13h (Venturieri, 1994). Nesse momento, é possível visualizar o conjunto do perianto, corola e verticilos reprodutivos ainda imbricados e superpostos, com as lígulas vermelho-escuras recobrimdo as demais estruturas (Figura 5.3B). Em seguida, observa-se a expansão das lígulas, formando uma cúpula que protege os estaminoides e o estigma (Figura 5.3C). A antese plena é marcada pela abertura total e expansão das pétalas e lígulas, expondo os estaminoides e estigma (Figura 5.3D), notando-se a liberação de exsudato no estigma e a exposição do pólen nas anteras, acontecendo a partir do meio-dia, com maior frequência após as 15h.



Fotos: Márcia Maués

Figura 5.3. Botão floral de *Theobroma grandiflorum* prestes a abrir (A); botão floral com as sépalas em expansão, evidenciando as lígulas imbricadas (B); flor aberta, porém com as lígulas ainda não totalmente expandidas (C); flor em plena antese, com lígulas expandidas mostrando a coroa de estaminoides e botões florais em vários estágios de desenvolvimento (D).

Ocorrência e duração da floração e frutificação

Há muitos fatores que influenciam o florescimento de plantas cultivadas, como a idade da planta, material genético, competição por fotoassimilados, sombreamento, temperatura e precipitação pluviométrica (Souza et al., 1999). No cupuaçuzeiro, quando as plantas são originadas de sementes (pé-franco), o início do florescimento ocorre a partir do quarto ano, mas, quando são enxertadas, a floração inicia mais precocemente, no segundo ou terceiro ano após o plantio, e às vezes há lançamento de flores alguns meses após a brotação do enxerto, as quais devem ser removidas, para não prejudicar o desenvolvimento vegetativo da planta (Müller et al., 1995). Nas plantas cultivadas com sombreamento, a floração é um pouco mais tardia (Souza et al., 1999).

A época de floração ocorre entre os meses de junho e janeiro, podendo estender-se até março, com pico no período de estiagem (julho a setembro). A frutificação ocorre predominantemente no período chuvoso, de outubro a junho, com pico nos meses de fevereiro e março, mas não é incomum encontrar frutos entre novembro e junho (Müller et al., 1995; Souza et al., 1999).

Recursos e atrativos florais aos visitantes e polinizadores

Segundo Venturieri (1994), as flores de cupuaçuzeiro exalam um aroma forte de amêndoas no início da antese, o que provavelmente contribui para a atração dos polinizadores.

Com relação aos recursos florais, as flores oferecem pólen e néctar como recompensa aos visitantes. Na superfície do estigma, observa-se a presença de um exsudato, que lhe confere brilho e pode ajudar na atração dos visitantes. O ovário é recoberto por tricomas transparentes que também secretam um exsudato e podem ajudar na atração das visitas, bem como facilitar o caminhar dos visitantes no interior da corola. Porém, estudos realizados por Young et al. (1987) com espécies do gênero *Theobroma* (*Theobroma cacao*, *Theobroma speciosum* e *Herrania purpurea*) relatam que essas estruturas não produzem substâncias açucaradas, como relatado por Venturieri (1994).

Quanto à atração visual, observa-se que a coloração dos estaminódios e da lígula é característica de flores que atraem besouros, pois, as abelhas não enxergam bem o vermelho. Mas as cógulas tem cor amarelo-claro, o que é

favorável à atração visual das abelhas. Assim, as flores do cupuaçuzeiro são atrativas visualmente tanto aos besouros como às abelhas.

Visitantes florais e polinizadores

Os primeiros estudos sobre a polinização dessa frutífera não foram conclusivos, indicando formigas e abelhas como possíveis polinizadores, predadores e pilhadores de pólen, e destacando o papel das abelhas como os responsáveis pela polinização na região de Manaus, AM, porém, sem mencionar as espécies de insetos envolvidas (Falcão; Lleras, 1983). Posteriormente Venturieri (1994) enfatizou que os eventos relativos à biologia floral, tais como antese, liberação e viabilidade do pólen, receptividade do estigma, assim como o horário de visita dos polinizadores, devem estar sincronizados entre flores de plantas compatíveis em toda a população, ou parte dela, para que a polinização seja realizada com eficácia, e que as abelhas-sem-ferrão das espécies *Plebeia minima*, *Ptilotrigona lurida* e *Trigonisca* sp. seriam os polinizadores mais prováveis na região de Belém, PA. Gribel et al. (2008) também mencionam que *Plebeia* sp. é um polinizador importante na região de Manaus, além de *Aparatrigona impunctata*, *Leurotrigona pusilla* e *Trigona* sp.

Os estudos realizados por Venturieri e Maués (1997) e Maués et al. (2000) descrevem o comportamento dos visitantes florais nos municípios de Belém e Tomé-Açu, PA, destacando o papel de microcoleópteros das famílias Chrysomelidae, Curculionidae, Erotylidae e Anthiciade (*Baris* sp., *Naupactus* spp., *Allocolaspis* sp., *Antitypona dorsata*, *Antitypona* sp., *Brachypnoca* sp., *Costalimaita* sp., *Diabrotica quinquemaculata*, *Lexiphanes* sp., *Myochrous paulus*, *Neothona novemdecima*, *Nycterodina amazoniae*, *Nycterodina callifera*), bem como de abelhas-sem-ferrão (Apidae: Meliponina) das espécies *A. impunctata*, *Plebeia minima*, *Plebeia* sp., *Ptilotrigona lurida*, *Tetragonisca angustula*, *Trigona guayanae*, *T. pallens*, *Trigona* sp. e *Trigonisca pediculana* na polinização dessa cultura (Tabela 5.1) em plantios comerciais. A lista dos microcoleópteros visitantes florais publicada por Venturieri e Maués (1997) e Maués et al. (2000), foi atualizada após uma revisão por taxonomista (Dra. Jéssica Herzog Viana da Universidade do Estado do Pará), incluindo novas espécies e excluindo outras que estavam erroneamente identificadas¹.

¹ Trabalho apresentado por Milcelene Silva, Márcia Maués, Ian Patrick Santos, Rosinaira Souza e Rayane Gomes, no 27º Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, em dezembro de 2024.

Tabela 5.1. Visitantes florais do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), frequência de visitas e seu comportamento nos estados do Pará e Amazonas, Brasil. Frequência: alta (acima de 20 indivíduos coletados), média (por volta de dez) e baixa (inferior a cinco).

Visitante	Classificação	Frequência	Local
Diptera			
Drosophilidae	Polinizador ocasional	Baixa	PA
Sciaridae	Polinizador ocasional	Baixa	PA
Coleoptera			
Curculionidae			
Baridinae			
<i>Baris</i> sp.	Praga / Polinizador ocasional	Alta	PA
Erotylidae			
<i>Mycotretus</i> sp	Polinizador ocasional	Baixa	PA
Anthicidae			
Anthicinae			
<i>Acanthinus</i> sp.	Polinizador ocasional	Baixa	PA
<i>Acanthinus</i> sp. 1	Polinizador ocasional	Baixa	PA
Chrysomelidae			
Eumolpinae			
<i>Plaumannita</i> sp.	Polinizador efetivo	Alta	PA
<i>Brachypnoca</i> sp.	Polinizador efetivo	Alta	PA
<i>Allocolaspis</i> sp.	Polinizador efetivo	Média	PA
<i>Antitypona dorsata</i>	Polinizador efetivo	Alta	PA
<i>Antitypona</i> sp.1	Polinizador efetivo	Alta	PA
<i>Diabrotica quinquemaculata</i>	Polinizador efetivo	Baixa	PA
<i>Costalimaita</i> sp.	Polinizador efetivo	Alta	PA
<i>Myochrous paulus</i>	Polinizador efetivo	Baixa	PA
<i>Nycterodina amazoniae</i>	Polinizador efetivo	Média	PA
<i>Nycterodina callifera</i>	Polinizador efetivo	Alta	PA
Chryptocephalini	Polinizador efetivo	Média	PA
<i>Lexiphanes</i> sp.	Polinizador efetivo	Média	PA
Galerucinae			
Alticini			
<i>Neothona novemdecima</i>	Polinizador efetivo	Alta	PA
Hymenoptera			
Apidae			
Apini			

continua...

Tabela 5.1. Continuação.

Visitante	Classificação	Frequência	Local
Meliponini			
<i>Aparatrigona impunctata</i>	Polinizador efetivo	Média	PA, AM
<i>Leurotrigona pusilla</i>	Polinizador ocasional	Média	AM
<i>Plebeia minima</i>	Polinizador efetivo	Média	PA
<i>Plebeia</i> sp.	Polinizador efetivo	Média	AM
<i>Tetragonisca angustula</i>	Polinizador efetivo	Média	PA
<i>Ptilotrigona lurida</i>	Polinizador efetivo	Alta	PA
<i>Trigona fuscipennis</i>	Pilhador de pólen	Alta	PA
<i>Trigona guianae</i>	Polinizador ocasional	Alta	PA
<i>Trigona pallens</i>	Pilhador / Polinizador ocasional	Alta	PA
<i>Trigona branneri</i>	Pilhador / Polinizador ocasional	Baixa	PA
<i>Trigona</i> sp.	Polinizador ocasional	Média	AM
<i>Trigonisca pediculana</i>	Polinizador efetivo	Alta	PA
Braconidae	Pilhador de pólen	Baixa	PA
Formicidae			
Dolichoderini			
<i>Dolichoderus</i> sp.	Polinizador ocasional	Média	PA
Vespidae			
<i>Synoeca</i> sp. 1	Pilhador de pólen	Baixa	PA
<i>Synoeca</i> sp. 2	Pilhador de pólen	Baixa	PA

Fonte: Venturieri (1994), Venturieri e Maués (1997), Maués et al. (2000) e Gribel et al. (2008).

Diferente do cupuaçuzeiro, o cacaueiro (*T. cacao*) é polinizado por dípteros do gênero *Forcipomyia*, que são mosquitos pertencentes à família Ceratopogonidae. Da mesma forma, o cacauí (*T. speciosum*) é polinizado por dípteros das famílias Phoridae (*Dohrniphora* sp., *Megaselia* sp. e *Pseudohypocera kerteszi*) e 23 espécies de drosofilídeos (Silva, 2003), bem como o cupuí (*Herrania mariae*), polinizado por moscas da família Phoridae (Venturieri; Silva, 1997). No cupuaçuzeiro, o registro de visitas de dípteros ocorreu em raras ocasiões, com a presença de drosofilídeos e não ceratopogonídeos, porém, esses insetos não são polinizadores efetivos como as abelhas e besouros, uma vez que apresentaram baixa frequência de visitas e não transportavam pólen, diferente do encontrado por Silva (2003). O fato de termos estudado as interações planta-polinizador em sistemas agrícolas pode alterar a diversidade de insetos polinizadores,

especialmente daqueles que dependem de ambientes naturais (florestas) para sobreviver.

Os visitantes florais foram separados em três grupos, de acordo com sua contribuição à polinização dessa cultura, seguindo os critérios de Alves-dos-Santos et al. (2016):

- 1) Polinizadores efetivos: tamanho corporal diminuto (até 4 mm), compatível com as estruturas florais; capacidade de percorrer a câmara do gineceu e as cógulas sem danificá-las para terem acesso às anteras; transportar pólen no corpo; tocar o estigma durante as visitas; ser frequente; ter fidelidade à planta, além de estabelecer uma rota de voo favorável entre as flores da mesma espécie.
- 2) Polinizadores ocasionais: apresentam as mesmas características dos efetivos, porém sua frequência de visitas é reduzida.
- 3) Pilhadores: seu tamanho corporal não é compatível com o tamanho da flor e, por isso, ao abordar a flor, podem apenas remover recursos florais, sem transferir pólen ao estigma, muitas vezes perfurando a flor para obter sua recompensa floral.

Todas as espécies de besouros da subfamília Eumolpinae (Chrysomelidae) foram considerados polinizadores efetivos (Figura 5.4), pois apresentaram frequência de visitas elevada, tamanho corporal compatível com a estrutura da flor, variando entre 3 e 4 mm, e percorriam os órgãos masculinos e femininos da flor. Possivelmente devido ao tamanho diminuto, os crisomelídeos deslocam-se com grande facilidade entre as estruturas florais. Não foi registrado comportamento destrutivo nas flores causado por esses insetos. Quando estão nas flores, buscam o pólen como recurso alimentar, consumindo também parte dos tecidos que revestem as paredes externas do ovário e a face adaxial dos estaminódios, ou abrigam-se na flor em busca de parceiros para o acasalamento. Os tricomas que revestem o ovário podem ter função de atração aos besouros. Ao caminharem pelos verticilos florais na procura por alimento, inadvertidamente recebem pólen pelo corpo, que depois poderá ser transferido ao estigma da flor da mesma planta ou de outras plantas visitadas, assim realizando a polinização.

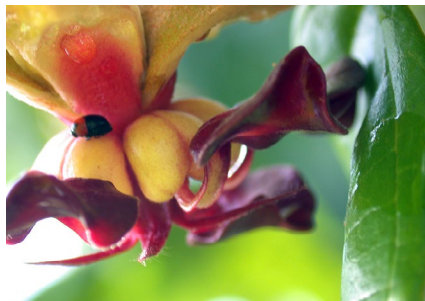


Foto: Márcia Maués

Figura 5.4. Microcoleóptero *Antitypona formosa*, polinizador efetivo do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) em Tomé-Açu, PA.

Venturieri et al. (1997) discutem que a estratégia de oferta de alimentos por flores para besouros da subfamília Eumolpinae funciona como uma relação harmônica mutualística, em que ambos saem ganhando, os besouros, o seu alimento e o local para acasalar, e a planta, a polinização. Isso é bem comum entre plantas cantarófilas, aquelas polinizadas por besouros, como observado nas relações entre as anonáceas e os curculionídeos, quem compartilham uma história coevolutiva, como nas espécies *Elaeis guineensis* e *Orbignia phalerata* (Anderson; Overal, 1983; Henderson, 1986).

Além dos microcoleópteros, outro grupo de insetos que se destacou entre os polinizadores do cupuaçuzeiro foram as abelhas-indígenas-sem-ferrão (Apidae, Apinae, Meliponini). As abelhas das espécies *Aparatrigona impunctata*, *Leurotrigona pusilla*, *Plebeia minima*, *Plebeia* sp., *Tetragonisca angustula*, *Trigona guyanae*, *Ptilotrigona lurida*, *Trigona* sp. e *Trigonisca* sp. atuaram principalmente como polinizadores, pois, tem tamanho diminuto, compatível com as estruturas florais, e comportamento adequado de visita, porém, as espécies *Trigona fuscipennis* e *Trigona branneri* são mais corpulentas (6 a 8 mm), não conseguem entrar na flor para buscar o pólen e, por isso, abrem orifícios nas cógulas usando as mandíbulas, para terem acesso às anteras e pilhar o pólen. Essas abelhas não contribuíram para a polinização. A espécie *Trigona pallens* (Figura 5.5) foi observada em comportamento de pilhagem de pólen e fazendo contato com o estigma, podendo ser considerada um polinizador ocasional.

Foto: Márcia Maués

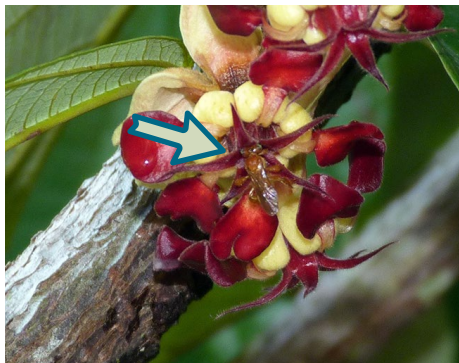


Figura 5.5. Abelha-sem-ferrão *Trigona pallens* visitando a flor do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), fazendo contato com o estigma.

Manejo de abelhas-sem-ferrão para a polinização e práticas amigáveis aos polinizadores

Considerando o potencial do manejo de abelhas-sem-ferrão no incremento da polinização natural do cupuaçuzeiro, foram introduzidas colônias de abelhas da espécie *Plebeia minima* (Apidae, Mepolininae), conhecida popularmente como abelha-mosquito no norte do Brasil ou abelha-mirim em outras regiões, em um plantio experimental dessa frutífera.

As colônias de *P. minima* foram coletadas na natureza e acondicionadas em caixas de criação racional confeccionadas em madeira de lei (cedro), medindo 10 cm de altura, 9 cm de largura e 15 cm de comprimento (medidas externas), sendo posicionadas sob a copa de nove cupuaçuzeiro (Figura 5.6), no pico da floração (entre julho e agosto).

Foto: Márcia Maués



Figura 5.6. Caixa com ninho de abelha-mosquito (*Plebeia minima*) instalado sob a copa de um cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) em Belém, PA.

Análises diárias sobre o comportamento das abelhas no plantio foram feitas pela manhã e pela tarde, buscando avaliar os recursos florais coletados pelas abelhas (pólen ou néctar). Avaliou-se também se as abelhas entravam nas flores e faziam contato com os órgãos reprodutivos da flor (androceu: anteras/pólen e gineceu: estigma) e se movimentavam-se entre as plantas, condições fundamentais para promover a polinização cruzada, visto que a espécie é preferencialmente alógama. Foi também avaliada a taxa de deposição de pólen no estigma e, para isso, foram coletadas 50 flores em cada cupuaçuzeiro antes e depois da introdução das abelhas, os quais foram analisados sob microscópio de fluorescência, seguindo a metodologia de Martin (1959) para detecção de pólen e crescimento de tubos polínicos.

De acordo com os resultados das observações sobre a movimentação de entrada e saída das abelhas nas caixas instaladas no plantio de cupuaçuzeiro, foi comprovado que as operárias de *P. minima* mantiveram comportamento de forrageamento normal após sua introdução no plantio, coletando recursos florais existentes na flor, néctar (Figura 5.7A) e pólen (Figura 5.7B). Entretanto, verificou-se que houve predominância de coletas de néctar (60%) em comparação à coleta de pólen (40%). Observou-se também que as abelhas entram nas flores do cupuaçuzeiro quando estão à procura dos recursos florais, e tocam nos órgãos reprodutivos, promovendo a deposição de pólen nos estigmas.



Fotos: Márcia Maués

Figura 5.7. Abelhas-mosquito (*Plebeia minima*) retornando ao ninho com carga de néctar (A) e pólen (B) em um plantio de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) em Belém, PA.

A introdução de abelhas no plantio aumentou sete vezes a taxa de visita nas flores do cupuaçuzeiro, o que é considerado um forte indício de maior transferência de pólen e, conseqüentemente, incremento da polinização. As análises das flores coletadas antes e após a introdução das colônias no plantio corroboraram que a introdução de abelhas aumentou a deposição de pólen nos pistilos. Antes da introdução de colônias e *P. minima*, apenas nove flores (n = 450) continham pólen nos estigmas e, após a introdução, esse número aumentou para 68 flores (Costa-Neto; Maués, 2008).

Esse ensaio é um indicativo do potencial do uso de *P. minima* na polinização do cupuaçuzeiro. O uso e manejo de abelhas para a polinização de plantas cultivadas vem aumentando na última década, mas, além disso, há um conjunto de medidas que devem ser estimuladas e adotadas pelos produtores rurais, para facilitar o estabelecimento de agentes polinizadores nos agroecossistemas.

As práticas amigáveis aos polinizadores reúnem uma série de recomendações para proteger e incrementar a presença dos polinizadores nos plantios (Maués, 2014), dentre as quais podemos mencionar:

- 1) Conhecer quem são os polinizadores das culturas agrícolas em questão, no caso, o cupuaçuzeiro, e procurar saber se estão presentes na propriedade rural.
- 2) Identificar os locais preferenciais de nidificação dos polinizadores e aumentar a oferta desses ambientes (truncos de árvores, moirões de cerca, barrancos e árvores de grande porte).
- 3) Evitar o uso de agrotóxicos, especialmente os inseticidas com maior toxicidade às abelhas, dando preferência ao manejo integrado e controle biológico para controle de pragas e doenças. Caso seja imprescindível a sua utilização, respeitar os horários de visita dos polinizadores nas flores, e não fazer aplicação dos produtos nesse horário.
- 4) Evitar o uso do fogo/queimadas na limpeza de áreas, para não destruir possíveis ninhos de abelhas já estabelecidos na propriedade.
- 5) Manter áreas de floresta e vegetação secundária (áreas de preservação permanente e de reserva legal) na propriedade, seguindo o Código Florestal Brasileiro.
- 6) Cultivar plantas complementares, usadas na alimentação dos polinizadores.

- 7) Manter a conectividade das áreas remanescentes de vegetação nativa, para facilitar o fluxo de polinizadores nos corredores ecológicos.

A adoção dessas medidas favorece a manutenção de populações de polinizadores nos agroecossistemas, refletindo na manutenção dos serviços de polinização das culturas.

Conclusões

Existem dois grupos de insetos visitantes em cupuaçuzeiro em áreas cultivadas: microcoleópteros e abelhas-sem-ferrão. As características morfofuncionais das flores indicam uma forte associação com os primeiros agentes polinizadores, porém, as abelhas não devem ser desconsideradas, pois são visitantes florais frequentes e cumprem o papel de polinizadores efetivos, transportando o pólen entre as flores e entre os cupuaçuzeiros. Ademais, são agentes polinizadores que podem ser facilmente manejados, uma vez que são insetos sociais, que vivem em colônias, e já existe metodologia disponível para criação racional em caixas de madeira, permitindo seu manejo na polinização dessa cultura.

O uso e manejo dos meliponíneos que polinizam o cupuaçuzeiro é uma alternativa viável em programas de polinização natural em áreas agrícolas, que deve ser melhor avaliada para comprovar sua eficácia, por meio da quantificação da produção de sementes e peso por fruto, após a introdução dessas abelhas nos plantios.

Agradecimentos

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e à Agência Japonesa de Cooperação Internacional (Jica), pelo apoio financeiro e logístico. Aos taxonomistas Sérgio Antônio Vanin e Carlos Campaner, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), pela identificação dos coleópteros, e à Sílvia Pedro, pela identificação das abelhas. Aos funcionários do Laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental, pelo auxílio em diversas etapas deste trabalho. Aos senhores Katsutoshi Watanabe e Michinori Konagano, pelo acesso às propriedades rurais em Tomé-Açu.

Referências

ALVES-DOS-SANTOS, I.; SILVA, C. I.; PINHEIRO, M.; KLEINERT, A. P. Quando um visitante floral é um polinizador? **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, p. 295-307, 2016.

ALVES, R. M.; FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O. Aspectos socioeconômicos do cupuaçuzeiro na Amazônia: do extrativismo a domesticação. In: SANTANA, A. C. de (org.). **Mercado cadeia produtiva e desenvolvimento rural na Amazônia**. Belém, PA: UFRA, 2014. Cap. 8, p. 197-223.

ANDERSON, A. B.; OVERAL, W. L. Pollination ecology of a forest-dominant palm (*Orbignya phalerata* Mart.) in northern Brazil. **Biotropica**, v. 20, n. 3, p. 192-205, 1988.

BORGES, R. C.; BRITO, R. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; GIANNINI, T. C. The value of crop production and pollination services in the Eastern Amazon. **Neotropical Entomology**, v. 49, n. 4, p. 545-556, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00791-w>.



CALZAVARA, B. B. G.; MÜLLER, C. H.; KAHWAGE, O. N. C. **Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro: cultivo, beneficiamento e utilização do fruto**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. 101 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 32).

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 4. ed. rev. ampl. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1988. 279 p.

CLEMENT, R. C.; MÜLLER, C. H.; CHAVEZ-FLORES, W. B. Recursos genéticos de espécies frutíferas da Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica**, v. 12, n. 4, p. 677-695, 1982.

CLEMENT, C. R.; VENTURIERI, G. A. Bacuri and cupuassu. In: NAGY, S.; SHAW, P. E.; WARDOWSKI, W. (ed.). **Fruits of tropical and subtropical origin: composition, properties, uses**. Lake Alfred, Florida: Florida Science Source, 1990. p. 178-192.

CLEMENT, C. R. 1942 and the loss of Amazonian crop genetic resources: I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v. 53, n. 2, p. 188-202, 1999.

COSTA NETO, W. W.; MAUÉS, M. M. Manutenção de uma criação de *Plebeia minima* e *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini) para a polinização do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA, 6.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL (AVALIAÇÃO - 2008), 12., 2008, Belém, PA. **A importância da iniciação científica para a pós-graduação: anais**. Belém, PA: UFRA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

CUATRECASAS, J. **Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus Theobroma**. Washington, DC: Smithsonian Institution, 1964. p. 379-614. (Contribution from the United States National Herbarium, v. 35).

DICKS, L. V.; BREEZE, T. D.; NGO, H. T.; SENAPATHI, D.; AN, J.; AIZEN, M. A.; BASU, P.; BUCHORI, D.; GALETTO, L.; GARIBALDI, L. A.; GEMMILL-HERREN, B.; HOWLETT, B. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; JOHNSON, S. D.; KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI, A.; KWON, Y. J.; LATTORFF, H. M. G.; LUNG HARWO, T.; SEYMOUR, C. L.; VANBERGEN, A. J.; POTTS, S. G. A global-scale expert assessment of drivers and risks associated with pollinator decline. **Nature Ecology and Evolution**, v. 5, p. 1453-1461, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01534-9>.

ENDRESS, P. K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 511 p. (Cambridge Tropical Biology Series).

FALCÃO, M. A.; LLERAS, E. Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.). **Acta Amazonica**, v. 13, n. 5/6, p. 725-735, 1983.

FALQUE, M.; VINCENT, A.; VAISSIÈRE, B. E.; ESKES, A. B. Effect of pollination intensity on fruit and seed set in cacao (*Theobroma cacao* L.). **Sexual Plant Reproduction**, v. 8, p. 354-360, 1995.

GARIBALDI, L. A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; WINFREE, R.; AIZEN, M. A.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; CARVALHEIRO, L. G.; HARDER, L. D.; AFIK, O.; BARTOMEUS, I.; BENJAMIN, F.; BOREUX, V.; CARIVEAU, D.; CHACOFF, N. P.; DUDENHÖFFER, J. H.; FREITAS, B. M.; GHAZOUL, J.; GREENLEAF, S.; HIPÓLITO, J.; HOLZSCHUH, A.; HOWLETT, B.; ISAACS, R.; JAVOREK, S. K.; KENNEDY, C. M.; KREWENKA, K.; KRISHNAN, S.; MANDELIK, Y.; MAYFIELD, M. M.; MOTZKE, I.; MUNYULI, T.; NAULT, B. A.; OTIENO, M.; PETERSEN, J.; PISANTY, G.; POTTS, S. G.; RADER, R.; RICKETTS, T. H.; RUNDLÖF, M.; SEYMOUR, C. L.; SCHUEPP, C.; SZENTGYÖRGYI, H.; TAKI, H.; TSCHARNTKE, T.; VERGARA, C. H.; VIANA, B. F.; WANGER, T. C.; WESTPHAL, C.; WILLIAMS, N.; KLEIN, A. M. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. **Science**, v. 339, p. 1608-1611, 2013.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 839-848, 2015.

GRIBEL, R.; QUEIRÓZ, A. L.; RIBEIRO, M. G. A.; OLIVEIRA, F. F.; PALACIO, C. **Polinização e manejo dos polinizadores do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**. Manaus: Inpa, 2008. 32 p.

HENDERSON, A. A review of pollination studies in the Palmae. **Botanical Review**, v. 52, p. 221-259, 1986.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society of London B, Biological Science**, v. 274, p. 303-313, 2007.

MARTIN, F. W. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. **Stain Technology**, v. 34, n. 3, p. 125-128, 1959.

MAUÉS, M. M. Economia e polinização: custos, ameaças e alternativas. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (org.). **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. p. 461-481.

MAUÉS, M. M. **Estratégias reprodutivas de espécies arbóreas e a sua importância para o manejo e conservação florestal**: Floresta Nacional do Tapajós (Belterra-PA). 2006. 209 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

MAUÉS, M. M.; SOUSA, L. A.; MIYANAGA, R. **Insetos polinizadores do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Sprengel) Schum - Sterculiaceae) no Estado do Pará, Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 19 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular técnica, 12).



MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. 1058 p.

MÜLLER, C. H.; FIGUEIREDO, F. J. C.; NASCIMENTO, W. M. O.; GALVÃO, E. U. P.; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. B.; RODRIGUES, J. E. L. F.; CARVALHO, J. E. U.; NUNES, A. M. L.; NAZARÉ, R. F. R.; BARBOSA, W. C. **A cultura do cupuaçu**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1995. 61 p. (Embrapa-SPI. Coleção Plantar, 24).

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.

PEDRO, S. R. M. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 348-354, 2014. Doi: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.348-354>.

POTTS, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NGO, H. T. (ed.). **The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production**. Bonn, Germany: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2016. 552 p.

ROUBIK, D. W. **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. 198 p.

SILVA, A. A. R. **Polinização de cacauí (*Theobroma speciosum* Willd. ex Spreng. - Sterculiaceae): implicações para conservação**. 2003. 67 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.

SOUZA, A. G. C.; SOUSA, N. R.; SILVA, S. E. L.; NUNES, C. D. M.; CANTO, A. C.; CRUZ, L. A. A. **Fruteiras da Amazônia**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. 204 p.

SOUZA, A. G. C.; SILVA, S. E. L.; TAVARES, A. M.; RODRIGUES, M. R. L. **A cultura do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 39 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 2).

VENTURIERI, G. A. **Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento**. Belém, PA: Clube do Cupu, 1993. 108 p.

VENTURIERI, G. A. **Floral biology of cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (Willdenow ex Sprengel) Schumann)**. 1994. 206 p. Thesis (PhD) – University of Reading, Reading.

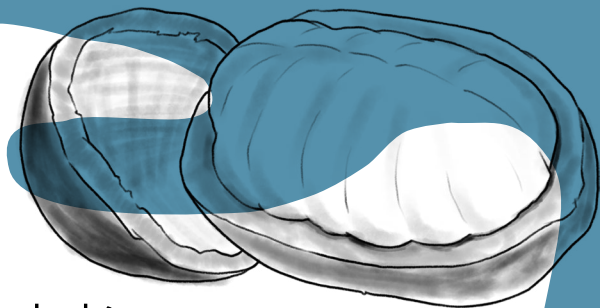
VENTURIERI, G. A.; RIBEIRO FILHO, A. A. Polinização manual do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). **Acta Amazonica**, v. 25, n. 3/4, p. 181-191, 1995.

VENTURIERI, G. C.; MAUES, M. M.; MIYANAGA, R. Polinização do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*, Sterculiaceae): um caso de cantarofilia em uma fruteira amazônica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1996, Belém, PA. **Anais [...]**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU: Jica, 1997. p. 341-350. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 89).

VENTURIERI, G. A.; SILVA, M. B. Fenologia floral do cacau-jacaré (*Herrania mariae*-Sterculiaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**: Botânica, v. 13, p. 31-47, 1997.

YOUNG, A. M.; ERICKSON, E. H.; STRAND, M. A.; ERICKSON, B. J. Pollination biology of *Theobroma* and *Herrania* (Sterculiaceae) I - Floral biology. **Insect Science Application**, v. 8, n. 2, p. 151-164, 1987.

WOŁOWSKI, M.; AGOSTINI, K.; RECH, A. R.; VARASSIN, I. G.; MAUÉS, M.; FREITAS, L.; CARNEIRO, L. T.; BUENO, R. O.; CONSOLARO, H.; CARVALHEIRO, L.; SARAIVA, A. M.; SILVA, C. I. **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. São Carlos: Cubo, 2019. 179 p.



Capítulo 6 – Aspectos históricos e socioeconômicos do cupuaçu no estado do Pará

Alfredo Kingo Oyama Homma

Gisalda Carvalho Filgueiras

Rafael Moyses Alves

Introdução

O cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum] é uma fruteira pertencente à família Malvaceae, com porte variando de 6 a 10 m de altura quando cultivado em plantios comerciais e de 15 a 20 m nos indivíduos encontrados desenvolvendo-se espontaneamente na mata, principalmente naquelas localizadas em áreas de castanhais (Calzavara et al., 1984; Osaqui; Falesi, 1992). Os cupuaçuzeiros nativos são árvores que crescem retilíneas, ao contrário dos plantios comerciais, que apresentam uma forma copada e altura reduzida (Homma et al., 2001).

O estado do Pará, entre os estados da região Norte, produz a maior quantidade de frutas tropicais da Amazônia. Essa região possui a maior diversidade na produção de frutas (cerca de 220 espécies) nativas do território nacional, sendo o Pará o maior produtor nacional de açaí (*Euterpe oleraceae*), cupuaçu, bacuri (*Platonia insignis*) e uxi (*Endopleura uchi*), terceiro de castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*), além de outros frutos menores (Cavalcante, 2010; Rebello et al., 2022).

Baseado na forma e tamanho do fruto, Calzavara et al. (1984) consideram a existência de três variedades: a redonda, que possui a extremidade arredondada e é a mais comum na região; a mamorana, que apresenta a extremidade comprida, parecida com bico ou ponta, sendo essa variedade a que produz frutos de maior tamanho e peso; e a mamaú, encontrada no município de Pacajás, no Rio Tocantins, no Pará, cuja principal característica é não possuir sementes.

Até a década de 1970, a oferta de frutos de cupuaçu estava restrita à época da safra, limitada à disponibilidade do estoque de plantas extrativas e de plantio em quintais. O extrativismo foi rapidamente substituído pelos plantios comerciais no início da década de 1990, devido ao crescimento do mercado e ao período relativamente curto para atingir a frutificação (3 anos). Já no final da década de 1970, o cupuaçuzeiro começou a ser cultivado de forma pioneira na colônia nipo-paraense de Tomé-Açu, PA. A oferta de frutos de cupuaçuzeiros nativos, sobretudo do Sudeste Paraense, era bastante irregular. Era proveniente de coleta extrativa, variando de 0,72 árvore por hectare até o máximo de 3,75 árvores por hectare, em geral, coincidindo com as áreas de ocorrência de castanheiras. Na maioria dos produtores que dispunham de estoques de cupuaçuzeiros nativos, estes variavam em torno de 2 árvores por hectare na mata remanescente, porém, sofreram forte pressão de desmatamento (Homma et al., 1996).

Depois do assassinato de Chico Mendes (1944–1988), com a presença da mídia do País e do exterior na região, ocorreu a divulgação de muitas frutas amazônicas que antes tinham consumo local e sazonal. Essas frutas despertaram os consumidores pelas características ímpares no olfato, paladar, visão, tato e até o ruído da fruta na sua queda, despertando a atenção dos cinco sentidos da percepção humana.

Com o aumento do consumo de sucos e polpas de frutas regionais, os produtores aperfeiçoaram técnicas quanto aos tratamentos culturais e métodos de propagação, propiciando o desenvolvimento de tecnologias adotadas pelos produtores. Os beneficiadores aperfeiçoaram o processo de beneficiamento e refrigeração, fazendo com que o consumo sazonal fosse estendido para o ano inteiro e alcançando novos mercados fora da região.

Cabe destacar o papel dos pesquisadores (melhoristas, fitotecnistas, fitopatologistas, entomologistas, etc.) no processo de domesticação das plantas amazônicas. No caso do cupuaçuzeiro, os pesquisadores transformaram uma árvore de porte ereto que competia com outras árvores na floresta, com pequena produção de frutos, em uma frutífera de porte reduzido, por meio da enxertia e da seleção de clones mais produtivos.

Contexto histórico

O cupuaçuzeiro, ao longo destes últimos dois séculos e meio, teve uma grande mudança no conceito do seu aproveitamento. Passou de uma fruta de mato sem muita importância, para árvore de quintal e, com a valorização do seu fruto, para plantios comerciais. O padre João Daniel (1722–1776), missionário

da Companhia de Jesus, que viveu na Amazônia entre 1741 e 1757, quando foi preso por ordem de Sebastião José de Carvalho e Melo, o Marquês de Pombal (1699–1782), em 18 anos de prisão da qual não sobreviveu (1757–1776), no seu clássico livro *Tesouro descoberto no máximo rio Amazonas*, descreveu o cupuaçu da seguinte forma:

A fruta cupu também peca em ter pouco miolo, tendo grandes cascos; é no tamanho, e feitio como os melões de inverno, sendo da primeira espécie, porque há duas. E a primeira, e mais estimada chama copuaçu, da grandeza dos melões de inverno; à segunda chamam copu mirim, do feitio, e pouco maior, de um copo de meio quartilho. Quando maduros são pardo-escuros vestidos de uma penugem tão fina e maca como veludo. Quebrado o casco, aparecem dentro umas pevides mui parecidas às do cacau, envoltas em uma massa muito alva, e muito gostosa, com um gosto, e cheiro muito aromático: porém também tem o desar do bacuri, porque são mais os caroços, ou pevides, que a carne. E posto que não cultivem entre os hortenses, não deixam de ser buscados, estimados de todos, especialmente das mulheres, que deles fazem uma excelente e mui aromática bebida, muito fresca, substancial e regalada. Não sei como não tem havido curiosos que aproveitam estas pevides e delas façam chocolate, como fazem do cacau, porque em si são muito semelhantes, e talvez mais rendosas por mais pevides em cada fruta, que é maior que a do cacau; pois se tiver como ele as mais propriedades há de vencê-lo na estimação, pelo seu tão ativo, e aromático gosto, e cheiro, sem que necessite de baunilha, e nem talvez da canela; e pode haver muita abundância cultivando-o, como fazem ao cacau, e ficará a celebrada caraca dos castelhanos em muita baixa. Parece-me que os curiosos terão por útil esta advertência, e se não lhes surtir o efeito que prometem, podem os naturais agradecer-me a vontade (Daniel, 2004, p. 450-451).

É interessante mencionar que, em 1776, o Padre João Daniel já profetizava a possibilidade do aproveitamento das amêndoas de cupuaçu para a fabricação de chocolate. Outra predição do Padre João Daniel concretizada refere-se ao plantio para aumentar a sua oferta.

O primeiro sorvete de cupuaçu foi preparado a partir da importação de gelo dos Estados Unidos, em 19 de abril de 1850. Nesse dia, entrou no porto de Belém o brigue americano Edward Henry, que conduzia 50 t de gelo, importadas pelo negociante espanhol Marcos de Lima, estabelecido em Belém e casado com Dona Joanna Pires, natural como ele de Gibraltar, falecida em Belém em 7 de junho de 1846 (Barata, 1973). Com esse gelo, o primeiro introduzido no Pará, que vendia a 100 réis a libra, começou Marcos

de Lima a preparar sorvetes, que só então foram ali conhecidos, e custavam 320 réis (uma pataca) cada um. Marcos de Lima, que faleceu no Pará, em 1891, fazia o seu negócio na casa de um só pavimento em que morava, à travessa das Mercês, 30, bairro São Brás, casa essa que foi demolida e, em seu lugar, construído o edifício de dois pavimentos.

A agroindústria de frutas no estado do Pará tem como marco histórico o ano de 1910, quando tiveram início as atividades da Fábrica de São Vicente, em Belém, de dona Maria Rita Ferreira Santos (Dona Sinhá) (1877–1950), pioneira na fabricação de doces, geleias e compotas de frutas nativas da Amazônia (Homma, 2001). Atualmente, há vários tipos de doces de cupuaçu sendo comercializados nos supermercados e os bombons de cupuaçu, fabricados de forma artesanal, constituem uma iguaria muito apreciada tanto por belenenses como por pessoas outros estados. Ocorreram alguns avanços com novos produtos no campo da perfumaria, licores, geleias, cervejas, biscoitos, entre outros.

É interessante analisar a história da Queensberry, que começou a funcionar nos fundos de uma casa no bairro paulistano de Bela Vista, em 1986, até a moderna fábrica de 13 mil metros quadrados, inaugurada em 2012, no município de Itatiba, próximo de Campinas. Para chegar aos atuais produtos, efetuaram milhares de testes com diversas frutas nacionais e importadas, misturas, gostos, tipos de beneficiamento e de embalagens. Isto indica que há necessidade de muito investimento e pesquisa pelo setor público e privado no aproveitamento de frutas regionais (Pinho, 2016).

Em 1959, Batista Benito Gabriel Calzavara (1922–2011), após a identificação da existência, em Cametá, na localidade de Pacajás, situada a 500 m da margem esquerda do Rio Tocantins, de uma matriz de cupuaçuzeiro com frutos sem sementes, tomou as providências visando a sua multiplicação por enxertia no Instituto Agrônomo do Norte (IAN) (Homma; Brandão, 2020). O proprietário era um senhor de 70 anos, o qual informou que aquela planta tinha uma produção média de 50 a 60 frutos colhidos por safra. A equipe do IAN verificou que os frutos apresentavam, em média, 2.700 g de peso. O tronco estava brocado e a copa reduzida, em virtude da constante retirada de material botânico para enxertia. No ano seguinte, em outubro, a equipe do IAN retornou para coleta de material, tendo efetuado 633 enxertos, dos quais 535 tiveram sucesso.

O agricultor japonês Katsutoshi Watanabe (1945–2016), que se estabeleceu em Tomé-Açu, foi o primeiro a efetuar um plantio comercial. Plantou 5 mil pés em 1974 e 3 mil pés em 1975. Atualmente, em Tomé-Açu, existem 250 mil pés de cupuaçuzeiros com potencial de produzir mais de 1,1 mil toneladas de frutos.

A indústria de sucos e polpas de frutas regionais para exportação teve como pioneira a Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (Camta), fundada no dia 30 de setembro de 1949. Em 1988, foi concluída a fábrica de sucos da Associação de Fomento Agrícola de Tomé-Açu (Asfata), fundada em 1981, que passou para administração da Camta, em 1991. A agroindústria de sucos e concentrados de frutas regionais e a de laticínios foram as que apresentaram maior crescimento nos últimos anos no estado do Pará.

Em 1983, a pesquisadora Raimunda Fátima Ribeiro de Nazaré, da Embrapa Amazônia Oriental, iniciou os estudos de industrialização das amêndoas do cupuaçu, concluídos 2 anos após, que foi batizado de cupulate. Nazaré et al. (1990) descrevem o processo de fabricação do cupulate e, ao mesmo tempo, efetuaram o pedido de reserva de patente de processo e do produto junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi) do Ministério da Justiça (Nº PI 9003739), que oficializou a tecnologia.

O interesse pelo cupuaçu ensejou a realização do *I Workshop sobre As Culturas do Cupuaçu e da Pupunha na Amazônia*, realizado em Manaus, Amazonas, no período de 25 a 29 de março de 1996. Isto foi seguido pela realização do *Seminário Internacional sobre Pimenta-do-reino e Cupuaçu*, no período de 17 a 19 de dezembro de 1996, na Embrapa Amazônia Oriental, patrocinado pela Japan International Cooperation Agency (Jica), em Belém, Pará (Homma, 1996; Venturieri et al., 1997).

As patentes com o cupuaçu começaram a se evidenciar no contexto internacional com o registro da composição cosmética incluindo extrato de cupuaçu pela The Body Shop International, do Reino Unido, com número de registro GB 2321644, em 5 de agosto de 1998. Em 30 de outubro de 2001, ocorreu o registro da gordura do cupuaçu e do método para produzir e seu uso pela Asahi Foods Co. Ltd., no Japão, com número de registro JP 2001299278. Nova patente foi registrada pela Asahi Foods Co. Ltd., com número JP 2001348593, em 18 de dezembro de 2001, sobre o óleo e a gordura derivados da semente do cupuaçu e método para produzi-lo.

Em 3 de julho de 2002, ocorreu novo registro da produção e uso da gordura da semente do cupuaçu pela Asahi Foods Co. Ltd. para a União Europeia, com número de registro EP 1219698A1, simultâneo para a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (Ompi), com número de registro WO0125377. Em 17 de outubro de 2002, verificou-se o registro da produção e uso da gordura da semente do cupuaçu pela Cupuacu International Inc. na Ompi, com número de registro WO02081606.

No dia 9 de janeiro de 2003, a organização não governamental Amazonlink descobriu o registro de cupuaçu pela Asahi Foods Co. Ltd., provocando uma grande discussão na mídia brasileira. O conjunto de protestos da sociedade brasileira fez com que, em 1º de março de 2004, o Escritório de Marcas do Japão (JPO), em Tóquio, cancelasse o registro como marca comercial do cupuaçu, solicitado pela multinacional japonesa Asahi Foods. Essa ação foi impetrada pelo Grupo de Trabalho Amazônico (GTA), Amazonlink, APA Flora e outros, protocolada em 20 de março de 2003.

Em 18 de novembro de 2002, por ocasião do *XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura*, realizado em Belém, ocorreu o lançamento de quatro clones de cupuaçuzeiro tolerantes à vassoura de bruxa (Coari, Codajás, Manacapuru e Belém). Esses clones foram selecionados pela Embrapa Amazônia Oriental, decorrentes das coletas efetuadas por Rubens Rodrigues de Lima (1918–2014), entre 1984 e 1988, em 15 expedições realizadas, com a formação de uma coleção constituída por genótipos coletados em condições silvestres, pomares caseiros e em plantios comerciais.

O processo de substituição de copa de cupuaçuzeiro, seguindo o mesmo procedimento utilizado para o cacaueiro e o cajueiro, foi utilizado pela primeira vez em fevereiro de 1997, pelos pesquisadores Rubens Rodrigues de Lima e José Paulo Chaves da Costa (1958–2011), para a substituição por clones mais tolerantes à vassoura de bruxa (Lima; Costa, 2003). Em Tomé-Açu, o primeiro experimento de substituição de copa foi realizado pelo pesquisador Rafael Moysés Alves, em 2004, na propriedade do agricultor Michinori Konagano.

Em 18 de março de 2005, ocorreu o lançamento do selo alusivo ao cupuaçu, procurando dar visibilidade a uma fruta amazônica que foi sujeita a registro de marca. Nesse mesmo intuito, em 20 de maio de 2008, o então presidente da República Luiz Inácio Lula da Silva sancionou a Lei nº 11.675, estabelecendo o cupuaçu como fruta nacional.

No período de 7 a 10 de junho de 2006, foi realizado o *I Frutal Amazônia – Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria*, em Belém, Pará, que se estendeu até 2012, estando o cupuaçu sempre presente, seja em cursos e palestras seja em produtos. Informações sobre cupuaçu sempre foram motivo de cursos nos encontros da Amazontech que teve sua primeira versão no período de 20 a 25 de novembro de 2001, em Boa Vista, numa iniciativa das unidades do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) situadas na Amazônia Legal, em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e com universidades federais da Amazônia, em cursos, palestras e produtos, realizada bianualmente, em

sistema de rodízio entre os estados, até o seu encerramento em 2012. O mesmo ocorreu com a Feira Internacional da Amazônia (Fiam), em Manaus, pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), cujo primeiro evento foi realizado no período de 11 a 12 de setembro de 2002, seguida da *I Feira de Sustentabilidade do Polo Industrial de Manaus* (FesPIM), realizado no período de 27 a 29 de novembro de 2019, e a II FesPIM, retomada no período de 7 a 9 de novembro de 2023, em Brasília, além de dezenas de cursos e seminários isolados sobre essa cultura em diversos municípios e capitais dos estados da Amazônia Legal.

Em março de 2012, foi efetuado o lançamento, pela Embrapa Amazônia Oriental, da variedade BRS Carimbó, uma cultivar de cupuaçuzeiro originada das cultivares Coari, Codajás, Manacapuru e Belém, lançadas em 2002. Essas cultivares foram cruzadas entre si, bem como cruzadas com outros materiais resistentes ou mais produtivos. As progênies (filhos) foram avaliadas durante 15 anos. No final do processo, 13 plantas foram selecionadas e clonadas. Esses 13 materiais e mais outros três clones (Coari, Manacapuru e 1074) foram plantados de forma organizada em quadras isoladas. As sementes oriundas do cruzamento desses 16 materiais originaram a cultivar BRS Carimbó. As análises dessas sucessivas avaliações (especialmente do comportamento dos 16 parentais durante 15 anos) permitiram estabelecer as estimativas de resistência e produtividade da nova cultivar (Alves, 2012; Alves; Ferreira, 2012). A cultivar BRS Carimbó teve ampla aceitação pelos produtores, estimando uma área de 540 ha com essa variedade (Moraes; Silva, 2024).

Em 21 de junho de 2021, foi identificada a presença da monilíase do cacaueiro em pomar residencial de Cruzeiro do Sul, Acre, cujas amostras foram coletadas pela equipe do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF) do Acre e confirmado através de exames do Laboratório Federal de Defesa Agropecuária de Goiânia (LFDA-GO), no dia 7 de julho, a qual representa uma ameaça para os plantios de cupuaçuzeiros e cacaueiros.

Em julho de 2022, um sorvete à base de cupuaçu e castanha-do-pará, batizado de Carimbó, desenvolvido pela sorveteria Cairu, ficou na 32ª colocação entre mais de 5 mil sorvetes concorrentes de 22 países, no Gelato Festival, realizado em Roma.

O cupuaçuzeiro no estado do Pará

Há deficiência de dados estatísticos das frutas amazônicas, com exceção da castanha-do-pará e do cacau, sobre os quais existem registros esparsos desde a época colonial e que passaram a ser mencionados no Anuário Estatístico do

Brasil a partir de 1916. O açaí, pelo *boom* do consumo nacional e internacional, a partir da década de 1990, passou a ser incorporado nas estatísticas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como cultura permanente (plantado + manejado), a partir de 2015.

Com exceção do Censo Agropecuário 2017, o cupuaçu, bem como outras plantas relevantes da biodiversidade amazônica (bacuri, tucumã, jambu, etc.) não foram incluídos no levantamento. No período de 2013 a 2020, o IBGE chegou a incluir o cupuaçu no Levantamento Sistemático da Produção Agropecuária, mas não são computadas nas estatísticas oficiais do IBGE, permanecendo como “produtos invisíveis” (Tabela 6.1) (IBGE, 2018, 2019).

Tabela 6.1. Produção de frutos, área colhida e rendimento de fruto de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) no estado do Pará (2013/2020).

Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Produção (t)	39.592	32.691	33.944	28.418	29.558	31.508	31.413	28.818
Área colhida (ha)	12.284	10.152	10.398	9.347	9.738	8.602	8.595	8.929
Rendimento (kg/ha)	3.223	3.220	3.264	3.040	3.035	3.663	3.655	3.227

Fonte: IBGE (2019).

Os dados sobre a área plantada e a produção de cupuaçu mencionados no Censo Agropecuário 2017 estão equivocados. Na nossa avaliação, a produção do cupuaçu nos estados do Amazonas e da Bahia apresentados estão superestimados e subestimados em relação à realidade, tendo em vista que o estado do Pará apresenta um parque produtivo concentrado nas mesorregiões Nordeste Paraense e Sudeste Paraense como tradicionais áreas produtoras, agroindústrias como a Camta e outras que vêm beneficiando e comercializando polpa de cupuaçu desde a década de 1980.

A contradição encontra-se nos próprios dados apresentados pelo IBGE na Tabela 6.1, em que o estado do Pará apresentava uma área colhida de 9.738 ha em 2017, enquanto no Censo Agropecuário de 2017 apresentava apenas 4.360 ha, portanto menos da metade. A causa provável desses equívocos pode estar relacionada com a forma de expressar a produção pelos produtores em números de fruto ou em termos de peso, entrevistadores contratados com o desconhecimento das práticas da agricultura regional, entre outros.

A Tabela 6.1, a despeito dos últimos dados se referirem ao ano de 2020, fornece uma estimativa da produção de polpa de cupuaçu, considerando o rendimento de 37,8% em termos de peso do fruto, do valor máximo de

14.966 t (2013) e 10.893 t (2020), quantidade pequena se comparar com a do açaí, estimado em 750 mil toneladas de polpa.

Como pode ser observado na Figura 6.1, segundo os dados do Censo Agropecuário 2017, o Amazonas foi o maior produtor nacional de cupuaçu, produzindo 10.178,296 t de frutos, seguido da Bahia (5.327.965 t), o Pará (4.687.274 t) ocupando a terceira posição. A incoerência pode ser vista pelo fato de a produção do estado do Amazonas ser mais do que o dobro da produção paraense e apresentar menos da metade da população do estado do Pará. Isso indica que o consumo per capita no estado do Amazonas é de 2,50 kg por habitante e do estado do Pará 0,56 kg por habitante, cerca de 4,46 vezes superior. Não tem sentido a produção paraense apresentada no Censo Agropecuário 2017 ser seis vezes inferior à da mencionada na Tabela 6.1 do próprio IBGE.

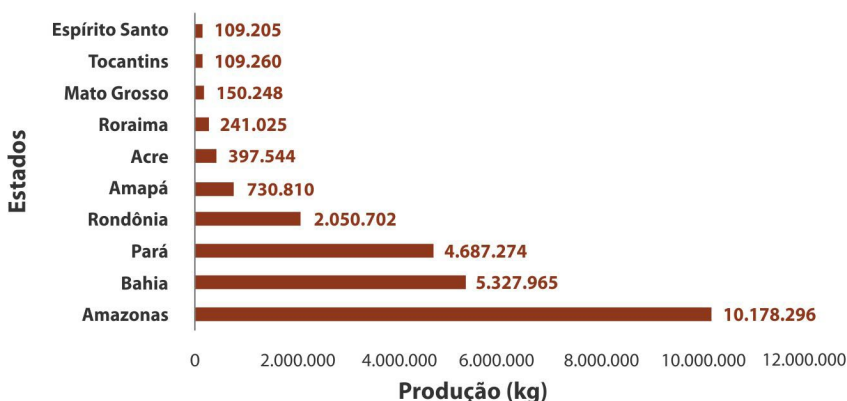


Figura 6.1. Principais estados produtores de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em 2017.

Fonte: IBGE (2018).

Pela ótica do número de estabelecimentos, na Figura 6.2, verifica-se que o Amazonas também possui o maior número, com 5.479 estabelecimentos que produzem o cupuaçu comercialmente. Todavia, o Pará ocupa a segunda posição, com 4.360 estabelecimentos, com 941 estabelecimentos a mais que a Bahia, o segundo maior produtor nacional de cupuaçu.

A Figura 6.1 ilustra as estatísticas de produção de cupuaçu no Brasil utilizando os dados do Censo Agropecuário 2017, considerando-se os dez maiores produtores nacionais, e a Figura 6.2 traz os dez estados com a maior quantidade de estabelecimentos em que se produz cupuaçu comercialmente.

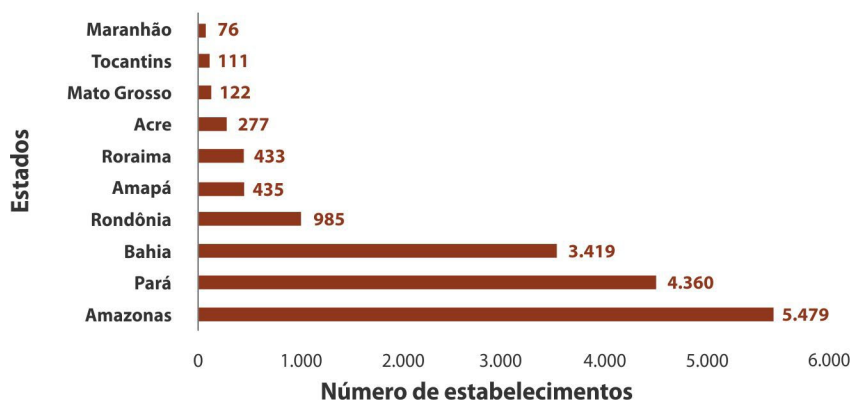


Figura 6.2. Número de estabelecimentos com cultivo de cupuaçuzeiros (*Theobroma grandiflorum*) nos principais estados produtores, em 2017.

Fonte: IBGE (2018).

Os dados do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2018) revelam que a produção paraense concentra-se no município de Tomé-Açu, com 1.802,998 t (Figura 6.3). É possível observar que os três maiores produtores de cupuaçu do estado estão no Nordeste Paraense. Tomé-Açu é, também, o município com o maior número de estabelecimentos que produzem cupuaçu comercialmente, 644 no total (Figura 6.4).

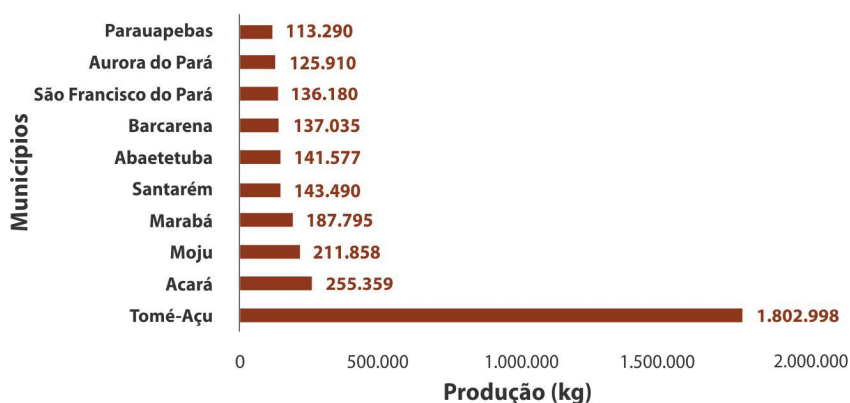


Figura 6.3. Principais municípios paraenses produtores de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), em 2017.

Fonte: IBGE (2018).



Figura 6.4. Número de estabelecimentos com cultivo de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) no Pará.

Fonte: IBGE (2018).

A polpa do cupuaçu tem sido exportada em pequena escala para o Japão, assim como se configura mais um novo mercado, Estados Unidos, para ser consumido como um mix com o açaí e o guaraná. Nesse contexto, faz-se necessário investir na pesquisa de novos produtos e na difusão dessa fruta, de modo a ganhar novos mercados.

O cultivo do cupuaçuzeiro no entorno do município de Tomé-Açu tem sido consorciado com outras espécies em sistemas agroflorestais, como açaizeiro, castanheira-do-pará, andiroba (*Carapa guianensis*), acerola (*Malpighia emarginata*), entre outros, como final do ciclo de vida da pimenta-do-reino, promovendo o aproveitamento da área. Existem, contudo, plantios em monocultivos, após proteção inicial com sombreamento provisório.

Dessa forma, pela carência de informações estatísticas oficiais sobre o cupuaçu, esta análise concentrou-se nos dados disponíveis nos Relatórios da Camta, existentes desde 1951. Espera-se que uma análise do universo de Tomé-Açu, proporcione uma ideia do processo socioeconômico da produção de cupuaçu.

O cupuaçuzeiro no município de Tomé-Açu, PA

Os dados disponíveis para o cupuaçuzeiro no estado do Pará se referem aos disponibilizados pela Camta, fundada em 1949, e que tem sido pioneira no cultivo comercial dessa fruteira.

A Figura 6.5 apresenta os dados de produção de cupuaçu de 1991 até 2022. Nos anos de 1991 até 2011, a produção foi crescente e com leve crescimento em 2022. Com a queda na produção a partir de 2011, os preços têm se mantido crescentes. O cupuaçuzeiro aumentou a produção devido a avanços tecnológicos em relação à genética da espécie. Uma grande problemática enfrentada pelos produtores é o combate à vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*) (Alves et al., 2014).

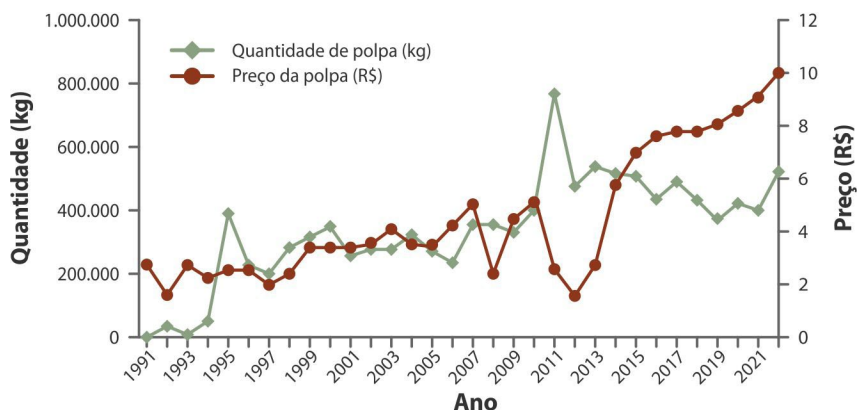


Figura 6.5. Quantidade e preço de polpa comercializada pelos cooperados nipo-paraenses da Camta no período 1991 a 2022.

Fonte: Campos et al. (2022).

Em cada tonelada de cupuaçu, são obtidos 518 kg de casca (51,8%), 378 kg de polpa (37,8%) e 103 kg de amêndoas (10,3%) que, depois de secas, rendem 56 kg (5,6%) (Alves et al., 2014). Considerando um plantio de cupuaçuzeiros com 6 x 6 m, que totaliza 277 plantas por hectare e uma produtividade média de 3.718 kg/ha, serão obtidos 208 kg de amêndoa seca e 1.405 kg de polpa. Em comparação, o cacaueiro chega a produzir 976 kg/ha de amêndoa seca, ou seja, 4,7 vezes superior ao cupuaçu.

Há necessidade do desenvolvimento de novas alternativas, como a implantação de indústria de bombons e cosméticos para aumentar a demanda. A oferta de amêndoas vai depender do aumento do consumo da polpa de cupuaçu, a qual, não obstante de ter sido a primeira a ser lançada no circuito nacional e internacional, não ganhou a relevância que ocorreu com a polpa do açaí (Homma et al., 1996). Segundo relatos da própria Camta, na década de 1980, a polpa de cupuaçu era comercializada por muitas agroindústrias de forma inadequada, com polpa cortada na tesoura, que

ficava misturada com líquido quando descongelava, levando à perda de confiança dos consumidores.

A Figura 6.6 destaca as combinações em que o cupuaçuzeiro foi a principal cultura, correspondente a 24 cooperados, sendo 20 sistemas agroflorestais e quatro monocultivos. A principal cultura associada ao cupuaçuzeiro é a do açaizeiro, totalizando 19 associações. A combinação cupuaçuzeiro/açaizeiro/cacaueiro apresenta participação em 14 sistemas, e a combinação cupuaçuzeiro/açaizeiro/aceroleira totalizou cinco associações. Apesar de não ser recomendada a associação do cupuaçuzeiro com cacaueiro, é frequente encontrar essa combinação (Campos et al., 2022).

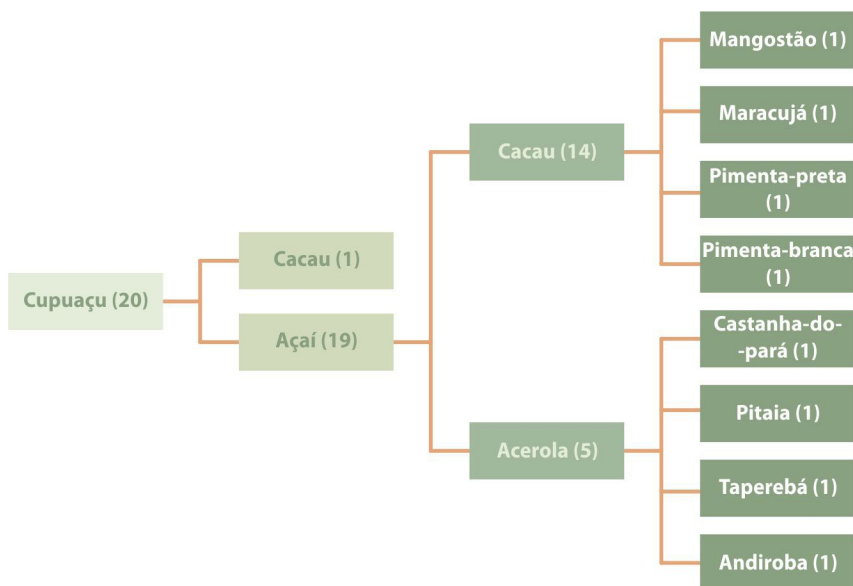


Figura 6.6. Sistemas agroflorestais identificados para 101 produtores nipo-paraenses de Tomé-Açu em que o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) é a cultura principal.

Fonte: Campos et al. (2022).

Nas Tabelas 6.2 e 6.3, pode-se verificar a trajetória das vendas de cupuaçu pelo cooperados nipo-paraenses da Camta no período de 1974 a 2020. As vendas de cupuaçu iniciaram timidamente em 1983 (0,12%), atingiram o apogeu em 1995 (21,8%) e estabilizaram-se pouco acima de 5%. Cada cultura teve o seu apogeu e seu declínio. A concorrência com maracujá, acerola e açaí reduziu a importância da pimenta-do-reino e do cupuaçu. Isto indica que os

sistemas agroflorestais (SAFs) e os produtos agrícolas sofrem modificações ao longo do tempo, condicionados pelo mercado, aparecimento de pragas e doenças, questões ambientais e políticas.

Tabela 6.2. Percentagem na participação do valor da produção comercializada entre os cooperados da Camta, 1974–2000.

Ano	Pimenta- -do-reino	Produto							Total (%)
		Cacau	Maracujá	Cupuaçu	Açaí	Acerola	Pitaia	Outros ⁽¹⁾	
1974	99,17	0,47	0,03	0	0	0	0	0,33	100
1975	96,17	0,95	2,22	0	0	0	0	0,66	100
1976	89,58	1,26	4,56	0	0	0	0	4,60	100
1977	78,98	6,16	11,03	0	0	0	0	3,83	100
1978	77,21	4,15	16,78	0	0	0	0	1,86	100
1979	76,84	8,06	11,63	0	0	0	0	3,47	100
1980	73,04	15,02	6,66	0	0	0	0	5,28	100
1981	70,41	14,37	6,06	0	0	0	0	9,16	100
1982	49,90	13,89	14,16	0	0	0	0	22,05	100
1983	46,71	19,42	13,80	0,12	0	0	0	19,95	100
1984	66,59	14,65	7,50	0,26	0	0	0	11,00	100
1985	75,84	12,19	5,28	0,31	0	0	0	6,38	100
1986	79,14	7,97	7,73	0,45	0	0	0	4,71	100
1987	78,42	10,52	7,25	0,96	0	0	0	2,85	100
1988	82,07	7,20	1,23	0	7,61	0	0	1,89	100
1989	80,75	7,27	3,00	0	6,49	0	0	2,49	100
1990	59,36	23,13	8,30	1,73	5,59	0	0	1,89	100
1991	50,53	35,70	2,76	2,08	8,43	0	0	0,50	100
1992	21,63	32,72	7,68	21,22	13,89	0	0	2,86	100
1993	12,17	49,94	3,98	23,09	8,72	0	0	2,10	100
1994	37,20	23,80	6,80	26,10	4,90	0	0	1,20	100
1995	47,97	7,98	21,80	16,47	2,82	0	0	2,96	100
1996	34,87	20,06	18,03	19,95	1,47	0	0	5,62	100
1997	34,67	13,43	20,19	16,51	0	3	0	12,20	100
1998	44,77	8,34	16,50	10,10	0,15	9,16	0	10,98	100
1999	46,92	7,71	15,14	7,15	0,02	8,79	0	14,27	100
2000	44,61	12,03	17,04	9,76	0	9,59	0	6,97	100

⁽¹⁾ Outros: melão, mamão, pimentão, ovo, feijão, milho, borracha, limão, guaraná, abóbora, graviola, abacate, pepino, baunilha, cardamomo, dendê e taperebá.

Fonte: Campos et al. (2022).

Tabela 6.3. Valor das vendas da Camta no período de 2001 a 2023.

Ano	Produto										Total (%)	
	Açaí	Pimenta	Cupuaçu	Acerola	Taperebá	Goiaba	Maracujá	Graviola	Abacaxi	Cacau	Caju	Outros ⁽¹⁾
2001	8,19	49,3	9,31	4,69	4,64	3,56	5,6	4,24	1,37	5,2	2,56	1,34
2002	8,71	32,89	10,45	5,7	5,05	4,15	8,35	4,79	0,74	13,56	2,8	2,81
2003	16,2	31,54	9,48	6,26	2,98	4,56	6,73	4,62	1,71	10,61	2,81	2,5
2004	20,7	25,83	9,98	6,96	4,55	5,05	6,83	2,51	2,46	10,5	2,54	2,09
2005	27,99	18,4	7,78	8,1	7,69	5,85	2	3,75	2,68	10,81	2,92	2,03
2006	48,73	11,3	6,45	6,01	4,07	4,8	2,41	3,44	2,46	6,28	2,08	1,97
2007	46,26	16,38	6,76	5,38	3,03	3,9	3	2,88	2,3	7,26	1,53	1,32
2008	20,76	28,11	9,28	5,79	4,29	4,27	5,01	3,59	2,79	11,4	1,83	2,88
2009	24,12	27,37	8,58	6,53	5,2	4,72	1,4	2,69	3,93	10,62	2,39	2,45
2010	27,91	21,16	10,87	7,43	5,94	5,54	4,91	4,23	4,11	3,34	1,7	2,86
2011	20,8	22,28	7,42	6,17	4,58	4,81	5,74	3,36	3,4	13,91	1,99	5,54
2012	21,51	36,12	5,56	5,15	1,93	4,41	2,04	2,74	2,86	9,06	2	6,62
2013	42,46	22,38	5,16	4,6	1,19	3,82	2,61	2,46	2,8	6,07	1,99	4,46
2015	41,08	23,1	4,36	3,8	1,85	2,97	2,86	2,19	2,12	9,52	1,71	4,44
2016	16,94	37,82	6,06	5,92	2,95	4,29	4,05	2,96	3,44	7,95	2,48	5,14
2018	15,34	17,24	8,03	8,66	3,12	5,94	7	4,18	4,91	14,88	3,08	7,62
2019	18,54	12,84	7,18	8,24	3,3	5,6	7,9	4,16	4,53	15,09	3,25	9,37
2020	16,55	7,77	7,82	7,19	3,48	4,89	7,85	3,85	4,53	19,58	3,03	13,46
2021	23	6,79	6,99	6,17	2,69	4,11	7,85	3,06	3,43	15,79	2,54	17,6
2022	13,69	11,65	10,53	7,85	2,19	4,01	5,04	3,94	5,33	15,89	3,38	16,5
2023	20,98	8,68	9,61	6,14	2,13	4,28	4,28	3,94	4,57	16,38	3,68	15,33

⁽¹⁾ Outros: carambola, óleo de andiroba, polpa de cacau, pitaia, manga, muruci, mudas, geleias e bacuri.

Fonte: Campos et al. (2022), Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (2023, 2024).

O destino principal da comercialização da polpa de cupuaçu da Camta é o estado do Pará, absorvendo mais da metade — 58,85% (2020), 56,91% (2021) e 59,14% (2022) —, as exportações interestaduais variando de 21,99% (2020), 32,12% (2021) e 32,88% (2022), com destaque para os estados do Maranhão, Amapá e São Paulo. Para o exterior, as exportações para Japão, Alemanha e França são praticamente ínfimas, sendo 2,49% (2020), 2,50% (2021) e 2,79% (2022), expressando a reduzida simpatia em comparação com a polpa do açaí (Tabela 6.4). A polpa de cacau, com o incremento da área de plantio de cacaueiros nos municípios ao longo da Rodovia Transamazônica paraense, pode representar um produto substituto no futuro.

Tabela 6.4. Exportação de polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) no mercado nacional e externo (2021 e 2022) pela Camta.

Destino	2020		2021		2022		2023	
	Quantidade (kg)	Valor (R\$)	Quantidade (kg)	Valor (R\$)	Quantidade (kg)	Valor (R\$)	Quantidade (kg)	Valor (R\$)
Pará	245.427	2.301.955	229.847	2.260.981	312.407	3.275.619	257.749	2.940.739
Amapá	34.847	...	39.365	353.086	64.464	674.585	56.583	644.250
Maranhão	32.388	306.761	57.541	413.010	37.716	316.491	0	0
São Paulo	10.880	81.928	5.574	40.012	28.864	260.030	11.002	115.636
Distrito Federal	13.608	86.004	11.347	87.384	...	...	8.613	86.664
Minas Gerais	...	...	21.468	...	42.672	356.388	36.303	313.320
Japão	2.700	39.266	3.420	54.496	6.222	123.636	2.694	39.739
Alemanha				15.584	880	10.745	0	0
França	7.674	88.242	6.696	80.398	7.614	85.825	0	0
Outros	69.462	699.689	28.647	388.356	22.428	161.578	33.203	323.095
Total	417.037	3.603.845	403.905	3.693.307	528.267	5.264.897	406.147	4.463.443

Três-pontos (...): informação não disponível.
Fonte: Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (2023, 2024).

A despeito de a Camta e outras agroindústrias dedicarem-se à venda da polpa de cupuaçu obtida via despulpadeiras, existe um amplo mercado de polpa obtido mediante o corte com a tesoura ou da fruta intacta, para atendimento de doces e para sucos. Muitos pequenos produtores e intermediários do município de Acará se especializaram na venda dessa modalidade de polpa.

A Camta inicialmente procedia a venda de amêndoas secas de cupuaçu, que perdurou até 2009 (Tabelas 6.5 e 6.6). Como o preço da manteiga de cupuaçu é dez vezes superior ao da amêndoa e o rendimento amêndoa seca/manteiga

de cupuaçu é de 30 a 33%, optaram por esse processo de beneficiamento, triplicando o valor da matéria-prima, mas que vem mantendo estabilidade. Para o beneficiamento, as amêndoas com 8% de umidade são reduzidas para 4% e prensadas.

Tabela 6.5. Produção de amêndoa na Camta, 2001 a 2009.

Ano	Amêndoa (kg)	Preço (R\$)
2001	9.500	2,76
2002	30.250	2,77
2003	60.000	0,80
2004	59.950	0,64
2005	10.000	1,40
2006	57.000	1,58
2007	6.145	2,15
2008	29.420	1,91
2009	34.755	2,22

Fonte: Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (2023, 2024).

Tabela 6.6. Produção de manteiga de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) na Camta, 2009 a 2023.

Ano	Manteiga (kg)	Preço (R\$)
2009	12.735	11,06
2010	26.660	10,54
2011	35.100	15,22
2012	40.120	17,10
2013	9.000	17,70
2014	1.000	18,95
2015	45.445	19,53
2016	32.045	20,17
2017	33.705	21,00
2018	35.055	21,34
2019	24.720	22,00
2020	24.440	22,50
2012	50.560	23,00
2022	17.760	24,00
2023	44.660	25,22

Fonte: Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (2023).

Um terço dos cooperados nipo-paraenses da Camta produzem menos de 2 t de frutos de cupuaçu (Tabela 6.7). Um quinto dos cooperados, entre 2 e 5 t, indicando que metade dos produtores estão produzindo menos de 5 t de frutos. Por se tratar de fruta que deve ser colhida imediatamente depois da queda, há necessidade da disponibilidade de mão de obra imediata pela manhã e tarde, além de evitar perdas por furtos.

Tabela 6.7. Produção de frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pelos cooperados nipo-paraenses da Camta em 2020.

Estrato (kg)	Produtores	%
< 2.000	31	31,9
2.001 a 5.000	20	20,6
5.001 a 10.000	14	14,4
10.001 a 20.000	14	14,4
20.001 a 30.000	12	12,4
30.001 a 40.000	1	1,0
40.001 a 50.000	2	2,1
100.001 a 200.000	2	2,1
> 200.000	1	1,0
Total	97	100,0

Fonte: Queiroz et al. (2019) e Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (2023).

A quantidade máxima de polpa comercializada pela Camta foi de 771 t em 2012 e com menor preço. A redução da polpa de cupuaçu decorrente da expansão de dendezeiros e de açaizeiros durante a década de 2010 refletiu na queda de produção de frutos de cupuaçu, com melhoria nos preços e escassez de frutos no mercado. A expansão de dendezeiros promoveu a venda de propriedades de pequenos produtores e alguns produtores nipo-paraenses nos municípios de Tomé-Açu e Acará e a lucratividade do fruto do açaí induziu a substituição de culturas, com a redução de área de cupuaçuzeiros.

O plantio de cupuaçuzeiros tem sido conduzido em pequena escala, frente a dimensão do mercado, ao contrário de cacauieiro, açaizeiro, pimenta-do-reino, entre outros. Um quarto dos plantios tem menos de 500 pés de cupuaçuzeiros, 29,8% entre 501 e 2.000 pés e 14,9% entre 1.001 e 3.000 pés (Tabela 6.8). Isso indica que mais da metade tem até 1 mil pés de cupuaçuzeiros e 69,2% menos de 3 mil pés. A estimativa para 2022 é que existam 328 mil pés de cupuaçuzeiros produtivos com potencial de produção de 503 t de frutos e

produtividade de 12 kg/planta. Ao contrário da lavoura de açaizeiro, o cultivo do cupuaçuzeiro não despertou o interesse de empresários para implantação de grandes plantios.

Tabela 6.8. Número de pés plantados de cupuaçuzeiros (*Theobroma grandiflorum*) pelos cooperados nipo-paraenses da Camta.

Estrato (pés)	Produtores	%
< 500	23	24,5
501 a 1.000	28	29,8
1.001 a 2.000	14	14,9
2.001 a 3.000	16	17,0
3.001 a 4.000	6	6,4
5.001 a 8.000	4	4,3
10.001 a 12.000	2	2,1
40.000	1	1,1
Total	94	100,0

Fonte: Queiroz et al. (2019) e Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (2023).

Rebello et al. (2022) concluíram ampla pesquisa sobre a preferência de frutas dos consumidores na cidade de Belém, mediante a resposta de 385 questionários realizados no período de março de 2018 a maio de 2019. O objetivo dessa pesquisa foi identificar as preferências e fatores determinantes de escolha dos consumidores de frutas in natura e derivados (sucos, sorvetes e picolés) no município de Belém, PA, como forma de subsidiar políticas agrícolas que possam orientar o fortalecimento da fruticultura paraense, bem como orientar ações de estímulo ao consumo saudável a partir da ampliação da ingestão de frutas regionais.

Os resultados encontrados, com base nos dados primários, apontam que as cinco frutas preferidas foram banana, maçã, açaí, mamão e manga, nessa ordem. Os cinco principais sabores de sucos preferidos pelo consumidor de Belém são acerola (20,47%), laranja (11,56%), limão (10,92%), maracujá (10,82%) e goiaba (9,01%). O cupuaçu apareceu na 17ª posição, com 6,27%, dentre 36 sabores diferentes que foram citados. O consumo dessas frutas é motivado, principalmente, pelo hábito e rendimento da fruta, fator que está associado diretamente ao preço. Dentre os entrevistados, 58,40% afirmaram que consomem sucos fora de casa sem regularidade, enquanto, em casa, 44,94% consomem todos os dias.

Quanto ao consumo de sorvetes e picolés, os principais fatores que motivam o consumo são o sabor e o hábito e, para 74,03%, a sorveteria é considerada o melhor local para consumir. Para 42,08%, o consumo ocorre sem regularidade definida, enquanto 43,38% afirmam não consumir picolés. Em relação à preferência por sabores, 43,90% gostam tanto de sabores da fruta quanto de sabores artificiais e a maior parte dos participantes (42,86%) considera o preço pago elevado. Verifica-se, portanto, que o cupuaçu não figurou entre as frutas preferidas pelos consumidores da cidade de Belém.

Considerações finais

A polpa e a amêndoa do cupuaçu apresentam múltiplos usos, entretanto há necessidade de se estimular o seu consumo no Brasil e no exterior. Cabe, ainda ressaltar a importância dos levantamentos de estatísticas sobre produção de cupuaçu pelo IBGE e do desenvolvimento de pesquisas sobre o mercado para elaboração de estratégias que estimulem a produção e a comercialização do fruto na economia paraense.

A cultura do cupuaçuzeiro oferece algumas vantagens comparativas que, sintonizadas com o mercado, poderão torná-lo uma alternativa viável sob diferentes pontos de vista: social, econômico e ambiental. Entre elas, pode-se destacar:

- a) Sabor e aroma marcante e exótico, que poderá ser aproveitado na formulação de misturas (blend) com outras frutas mais conhecidas, além da sua principal vocação, que é a fabricação de doces e derivados.
- b) Possibilidade de aproveitamento da semente na fabricação do cupulate, atualmente somente utilizada na indústria de cosméticos, necessitando do desenvolvimento de variedades específicas para esse fim.
- c) Recomposição parcial de áreas alteradas em terra firme, por ser utilizado em sistemas agroflorestais (SAFs), tal qual o cacauieiro, já contemplado na recomposição de áreas de reserva legal (ARL).
- d) Necessidade de estimular indústrias para a fabricação de bombons de cupuaçu de forma padronizada e em embalagens apropriadas.

É necessário que sejam estimuladas providências que visem aumentar a demanda, uma vez que é possível aumentar a oferta com a tecnologia

disponível; o aproveitamento integral do fruto; o estreitamento das relações entre os diferentes setores da cadeia e um programa de divulgação dos produtos do cupuaçuzeiro. Algumas possibilidades são:

- a) Campanha regional para renovação dos pomares de cupuaçuzeiro com uso de materiais resistentes à vassoura de bruxa e à monilíase.
- b) Cuidados preventivos e sistemáticos para o controle da broca-do-fruto nos estados onde já ocorre a praga, e fiscalizações permanentes para evitar que seja introduzida nos demais estados produtores.
- c) Desenvolvimento de pesquisas para viabilizar a descoberta de novos usos para a polpa, a amêndoa e a casca do fruto.
- d) Incentivar a organização de cooperativas de produtores, estimulando a integração entre o setor produtivo e a agroindústria.
- e) Marketing que permita que produtos derivados do cupuaçu sejam conhecidos nacional e internacionalmente.

Agradecimentos

A Alberto Ke'lti Oppata, diretor-presidente da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (Camta), Mitinori Konagano e Francisco Sakaguchi, pela ajuda no fornecimento de informações sobre o cupuaçuzeiro.

Referências

ALVES, R. M. **Implantação de um pomar de cupuaçuzeiro com a cultivar BRS Carimbó**. Brasília, DF: Embrapa; Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 40 p.

ALVES, R. M.; FERREIRA, F. N. **BRS Carimbó: a nova cultivar de cupuaçuzeiro da Embrapa Amazônia Oriental**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 8 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 232).



ALVES, R. M.; FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O. Aspectos socioeconômicos do cupuaçuzeiro na Amazônia: do extrativismo a domesticação. In: SANTANA, A. C. de (org.). **Mercado, cadeia produtiva e desenvolvimento rural na Amazônia**. Belém, PA: UFRA, 2014. p. 197-223.

BARATA, M. **Formação histórica do Pará: obras reunidas**. Belém, PA: Universidade Federal do Pará, 1973. 376 p. (Coleção Amazônica. Série José Veríssimo).

CALZAVARA, B. B. G.; MULLER, C. H.; KAHWAGE, O. N. C. **Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro: cultivo, beneficiamento e utilização do fruto**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. 101 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 32).



CAMPOS, M. V. A.; HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A. de; FILGUEIRAS, G. C.; MARTINS, W. B. R. Dinâmica dos sistemas agroflorestais com as sinergias socioeconômicas e ambientais: caso dos cooperados nipo-paraenses da cooperativa agrícola mista de Tomé-Açu, Pará. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. 1-19, e22811121000, 2022.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010. 282 p. (Coleção Adolpho Ducke).

COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE TOMÉ-AÇU. **Relatório da Diretoria Exercício 2022**. Tomé-Açu, 2023. 25 p.

COOPERATIVA AGRÍCOLA MISTA DE TOMÉ-AÇU. **Relatório da Diretoria Exercício 2023**. Tomé-Açu, 2024. 23 p.

DANIEL, J. **Tesouro descoberto no máximo rio Amazonas**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004. v. 1, 598 p.

HOMMA, A. K. O. Cupuaçu: potencialidades e mercados, algumas especulações. In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA NA AMAZÔNIA, 1., 1996, Manaus. **Anais [...]**. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. p. 86-96. (EMBRAPA-CPAA. Documento, 6).

HOMMA, A. K. O. O desenvolvimento da agroindústria no Estado do Pará. **Saber**. Ciências exatas e tecnologia, v. 3, Edição Especial, p. 47-76, jan./dez. 2001.

HOMMA, A. K. O.; BRANDÃO, I. C. D. (ed.). **Do Instituto Agrônomo do Norte à Embrapa Amazônia Oriental: personagens ilustres, tempo e memória (1939-2019)**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 1, 135 p.

HOMMA, A. K. O.; CARVALHO, R. A.; MENEZES, A. J. E. **Extrativismo e plantio racional de cupuaçuzeiros no Sudeste Paraense: transição inevitável**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 24 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 113).

HOMMA, A. K. O.; WALKER, R. T.; CARVALHO, R. A.; CONTO, A. J.; FERREIRA, C. A. P. Razões de risco e rentabilidade na destruição de recursos florestais: o caso de castanhais em lotes de colonos no Sul do Pará. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 27, n. 3, p. 515-535, 1996.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6955#resultado>. Acesso em: 12 fev. 2024.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2018**. Rio de Janeiro: IBGE; Belém, PA: SEDAP-PA, 2019. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1rgcXzKasc4RFC9xYRg68pxKeo gYCWxR/view>. Acesso em: 12 fev. 2024.

LIMA, R. R.; COSTA, J. P. C. **Erradicação da vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiros adultos substituindo-se as copas por enxertos de clones resistentes e com boa produtividade**. Belém, PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2003. 34 p.

MORAES, A. J. G. de; SILVA, E. S. A. **Relatório de avaliação dos impactos de soluções tecnológicas geradas pela Embrapa: cultivar de cupuaçuzeiro BRS Carimbó**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2023. Disponível em: https://bs.sede.embrapa.br/2022/relatorios/amazoniaoriental_brscarimbo.pdf. Acesso em: 11 fev. 2024.

NAZARE, R. F. R. de; BARBOSA, W. C.; VIEGAS, R. M. F. **Processamento das sementes de cupuaçu para a obtenção de cupulate**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1990. 37 p. il. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de pesquisa, 108).



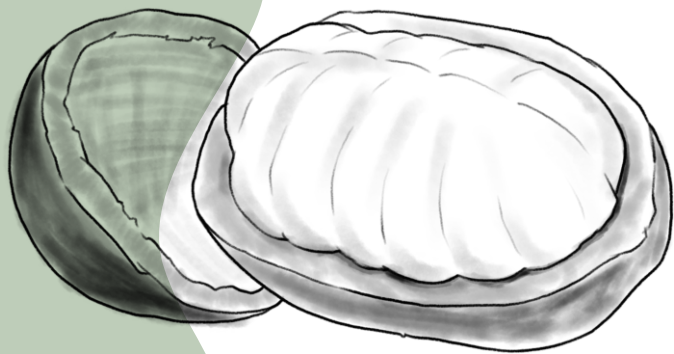
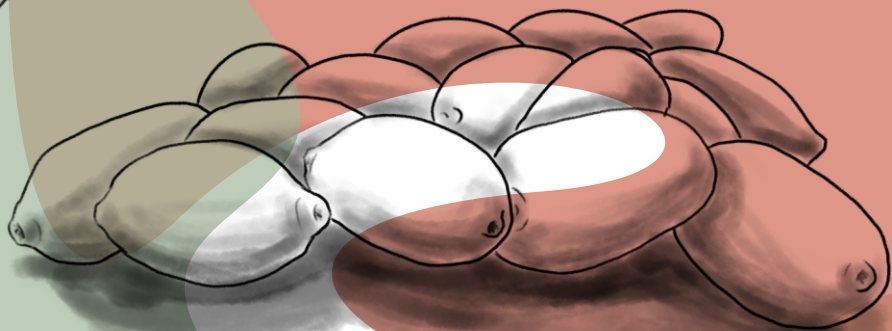
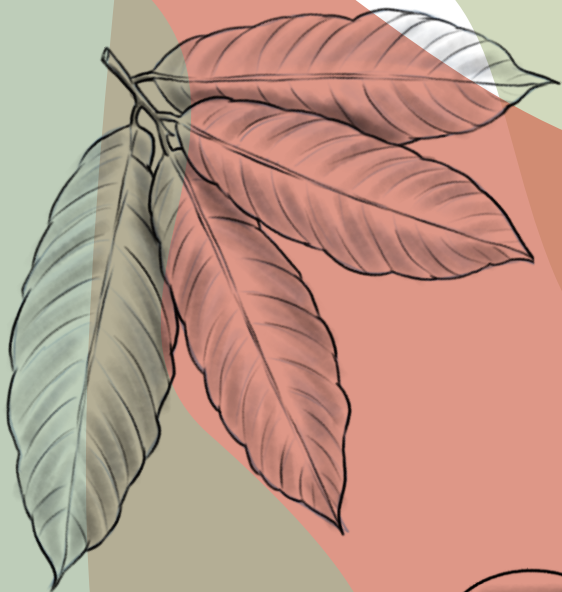
OSAQUI, H.; FALESI, I. C. **Agro-indústria na Amazônia**: versão preliminar. Belém, PA: Sudam, 1992. 224 p. Projeto BRA/87/021/ - SUDAM - PNUD.

PINHO, F. G. **Geleia e muito mais**: a Queensberry, suas histórias e receitas. [Itatiba]: Queensberry, [2016]. 167 p.

QUEIROZ, J. F. de; HOMMA, A. K. O.; FILGUEIRAS, G. C.; CAMPOS, M. V. A. Produção e comercialização do cupuaçu no Estado do Pará. In: SIMPÓSIO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA AMAZÔNIA, 8., 2019, Belém, PA. **Anais**. Belém, PA: UEPA, 2019.

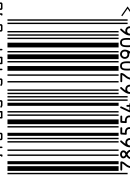
REBELLO, F. K.; CARDOSO, N. R. P.; HOMMA, A. K. O.; SANTOS, M. A. S. dos; JESUS, A. P. M. de. Frutas potenciais da Amazônia: análise da preferência dos consumidores no município de Belém, Estado do Pará. **Revista Orbis Latina**, v. 12, n. 3, p. 177-196, jul./dez. 2022.

VENTURIERI, G. C.; MAUÉS, M. M.; MIYANAGA, R. Polinização do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*, STERCULIACEAE): um caso de cantarofilia em uma fruteira amazônica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: EMBRAPA-CPATU: JICA, 1997. p. 341-350. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 89).



Embrapa

ISBN 978-65-5467-090-6



9 786554 670906 >

CGPE 19048