

JOSÉ MARIA MARQUES DE CARVALHO
(Organizador)

**APOIO DO BNB À PESQUISA E
DESENVOLVIMENTO DA
FRUTICULTURA REGIONAL**

Série BNB Ciência e Tecnologia nº 04

Fortaleza

Obra Publicada pelo

**Banco do
Nordeste**



O nosso negócio é o desenvolvimento

Presidente:

Roberto Smith

Diretores:

João Emílio Gazzana

Luiz Carlos Everton de Farias

Luiz Henrique Mascarenhas Corrêa Silva

Oswaldo Serrano de Oliveira

Paulo Sérgio Rebouças Ferraro

Pedro Rafael Lapa

Ambiente de Comunicação Social

José Maurício de Lima da Silva

Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE

Superintendente: José Sydrião de Alencar Júnior

Coordenador da Série BNB Ciência e Tecnologia

Paulo Roberto Siqueira Telles

Editor: Jornalista Ademir Costa

Normalização Bibliográfica: Paula Pinheiro da Nóbrega

Diagramação: Deborha Rodrigues

Capa: Caminha Campos

Revisão Vernacular: Antônio Maltos Moreira

Tiragem: 1.500 exemplares

Mais informações:

Internet: www.bnb.gov.br

Cliente Consulta: 0800.7283030

clienteconsulta@bnb.gov.br

Depósito Legal junto à Biblioteca Nacional, conforme Lei 10.994, de 14/12/2004

Copyright © 2007 by Banco do Nordeste do Brasil

A643a Apoio do BNB à pesquisa e desenvolvimento da fruticultura regional / José Maria Marques de Carvalho, organizador. ; [autores] Beatriz Jordão Paranhos... [et al.]. Fortaleza : Banco do Nordeste do Brasil, 2009.
244 p. : il. – (Série BNB Ciência e Tecnologia ; n. 4)

ISBN 987.85 7791.057-1

1. Fruticultura. I. Carvalho, José Maria Marques de. II. Paranhos, Beatriz Jordão. I. Título.

CDD: 634

APROVEITAMENTO DA CASCA DE COCO VERDE

¹Morsyleide de Freitas Rosa
Adriano Lincoln Albuquerque Mattos
Lindbergue Araujo Crisostomo
Maria Cléa Brito Figueiredo
Fred Carvalho Bezerra
Luiz Gonzaga Veras
Diva Correia

¹Morsyleide de Freitas Rosa
Pesquisadora Embrapa Agroindústria Tropical Engenheira Química, D.Sc.
Embrapa Agroindústria Tropical. Rua Dra Sara Mesquita, 2270, Pici. CEP 60511-110.
Fortaleza/CE. morsy@cnpat.embrapa.br

Resumo

O beneficiamento das cascas de coco (*Cocos nucifera*) anão verde oferece oportunidades extremamente promissoras, dentre as quais destaca-se o pó de coco, utilizado como substrato agrícola, e as fibras, que podem ser utilizadas na fabricação de vasos, tapetes, mantas para contenção da erosão, artesanatos, acessórios automotivos, novos materiais etc. Além desses novos produtos ampliarem o mercado, revertem o conceito de resíduo para o de matéria-prima, otimizam a eficiência do agronegócio coco verde e reduzem o impacto ambiental da disposição do resíduo. O presente capítulo reúne informações sobre o aproveitamento da casca de coco verde, como resultado de um conjunto de projetos de pesquisa, dentre os quais o projeto "Alternativas de aproveitamento da casca de coco verde", financiado pelo Banco do Nordeste do Brasil e coordenado pela Embrapa Agroindústria Tropical.

Palavras-chave: coco verde, casca de coco, substrato, fibra de coco

Abstract

The good use of immature green dwarf coconut husks offers extremely promising opportunities such as coir dust, used as agricultural substrate, and the fibers that may be used on the manufacturing of pots, carpets, coconut fiber-based erosion control blankets, handcrafts, automotive accessories, new materials etc. Besides these new products foster market growth, they make use of waste as raw material, optimize the efficiency of the immature green dwarf agribusiness and reduce the environmental impact of waste disposal. The present chapter presents information about the good use of immature green dwarf coconut husks, as a result of several research projects, including the project "Alternatives of use for immature green dwarf coconut husks", supported by the Brazilian Northeast Bank and coordinated by Embrapa Tropical Agroindustry.

Key-words: immature green dwarf coconut, coconut husk, coir dust, coconut fiber.

1. Introdução

O agronegócio do coco verde tem grande importância, seja na geração de divisas, emprego, renda ou alimentação. A procura por alimentos naturais, a aplicação de tecnologias de processamento, as novas alternativas de apresentação do produto e a perspectiva de sua exportação contribuem para aumentar o consumo e incrementar sua rentabilidade ao longo do ano. O aumento da produção passou a ser uma tendência natural, causando uma conseqüente elevação na geração de resíduos sólidos (cascas).

Diferentemente da casca do fruto maduro, o resíduo gerado pelo consumo do coco verde não possuía, há muito pouco tempo, tecnologia adequada que viabilizasse seu aproveitamento. O presente capítulo reúne informações geradas por um conjunto de projetos de pesquisa, dentre os quais “Alternativas de aproveitamento da casca de coco verde”, financiado pelo Banco do Nordeste e coordenado pela Embrapa Agroindústria Tropical.

2. Cascas de coco verde – resíduo gerado pelo consumo

O gênero *Cocos* é constituído pela espécie *Cocos nucifera* L. que, por sua vez, é composta por algumas variedades, entre as quais as mais importantes, do ponto de vista agrônomo, socioeconômico e agroindustrial, são as variedades *Typica* (var. Gigante) e *Nana* (var. Anã), que se acredita ter originado de uma mutação gênica da Gigante (FRUTAS DO BRASIL, 2002; SANTOS et al., 1996).

No Brasil, a principal demanda de plantio da variedade Anã é a cultivar Verde, para consumo da água do fruto ainda imaturo. Embora esta variedade apresente também características para ser empregada como matéria-prima nas agroindústrias para produção de leite de coco, coco ralado e outros, seu mercado é essencialmente a água-de-coco, a qual tem maior demanda de consumo para frutos com cerca de sete meses de idade (FRUTAS DO BRASIL, 2002).

Estima-se que o Brasil possui uma área plantada de 90 mil hectares de coqueiro-anão, destinados à produção do fruto verde para o consumo da água-de-coco. As cascas geradas por este agronegócio representam 80% a 85% do peso bruto do fruto e cerca de 70% de todo lixo gerado nas praias brasileiras representam cascas de coco verde. Este material tem sido correntemente designado aos aterros e vazadouros sendo, como toda matéria orgânica, potenciais emissores de gases estufa (metano), e, ainda, contribuindo para que a vida útil desses depósitos seja diminuída, proliferando focos de vetores transmissores de doenças, mau cheiro, possíveis contaminação do solo e corpos d'água, além da inevitável destruição da paisagem urbana (ROSA et al., 2001a).

O desenvolvimento de alternativas de aproveitamento da casca de coco possibilita a redução da disposição inadequada de resíduos sólidos e proporciona uma nova opção de rendimento junto aos sítios de produção.

3. Tecnologia de processamento da casca de coco verde

A tecnologia de processamento das cascas de coco verde foi desenvolvida pela Embrapa Agroindústria Tropical, em parceria com a metalúrgica Fortalmag. Na Figura 1, pode-se observar o equipamento completo, que consiste das seguintes etapas:

- Trituração: a máquina de trituração utiliza facas rotativas em disco fatiando a casca que, em seguida, passa por marteletes fixos, responsáveis pelo esmagamento da parte fibrosa do fruto.
- Prensagem: o material triturado é transportado para uma prensa rotativa horizontal composta por um conjunto de cinco rolos emborrachados, que extrai o excesso de líquido do produto triturado. Ao final da prensagem são obtidas as cascas desintegradas, com a umidade reduzida, e, como efluente, o líquido da casca de coco verde (LCCV). Análises preliminares do LCCV identificaram a presença de açúcares fermentescíveis, compostos fenólicos, cátions (cálcio, magnésio, potássio e sódio) e ânions (cloreto, bicarbonato e sulfato), além de elevados valores de DQO e DBO. Tais características indicam a necessidade de tratamento adequado para esta água residuária gerada no processo de beneficiamento da casca de coco verde.
- Seleção: após a prensagem, as fibras, que correspondem a 30% do produto final são separadas do pó, equivalente a 70%, em uma máquina selecionadora, que utiliza marteletes fixos helicoidais e uma chapa perfurada.

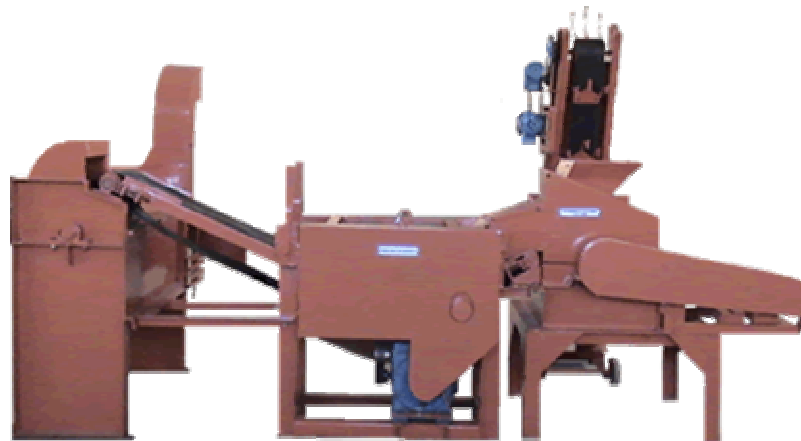


Figura 1 – Equipamento para processamento da casca de coco verde

Nas etapas subseqüentes, o pó e a fibra seguem rotas distintas de processamento até a obtenção, respectivamente, do substrato agrícola e da fibra bruta de casca de coco verde que, por processo apropriado, é convertida em uma grande variedade de produtos. O fluxograma, no anexo, apresenta as etapas do processo de obtenção de substrato agrícola inerte e fibra bruta.

4. Principais usos da casca de coco verde

4.1 Substrato agrícola

O termo substrato agrícola se aplica a todo material sólido, natural ou sintético, bem como residual ou ainda mineral ou orgânico, distinto do solo, que colocado em um recipiente em forma pura ou em mistura permite o desenvolvimento do sistema radicular, desempenhando, portanto, um papel de suporte para a planta (ABAD; NOGUERA, 1998). Os

substratos podem intervir (material quimicamente ativo) ou não (material inerte) no complexo processo da nutrição mineral das plantas.

O cultivo de plantas utilizando substratos é uma técnica amplamente empregada na maioria dos países de horticultura avançada. Esta técnica apresenta vantagens, entre elas, o manejo mais adequado da água, evitando a umidade excessiva em torno das raízes. O substrato a ser utilizado deve ser capaz de favorecer a atividade fisiológica das raízes.

Diferentes tipos de resíduos agroindustriais vêm sendo progressivamente indicados como substrato agrícola. É o caso do pó da casca de coco maduro que, inicialmente visto como subproduto da extração da fibra, origina um substrato agrícola (“coir dust” “coir fibre pith” ou pó/fibra de coco) com grande aceitação e demanda crescente. Ganhou interesse comercial principalmente como substrato inerte, substituto da turfa em cultivos envasados.

O pó de coco é um material biodegradável, renovável, muito leve assemelhando-se com as melhores turfas de *Sphagnum* encontradas no Norte da Europa e América do Norte. Segundo Abad et al. (2002), apresenta estrutura física vantajosa, proporcionando alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade e elevado favorecimento da atividade fisiológica das raízes.

Em 1949, Hume citou as virtudes hortícolas do resíduo da fibra de coco maduro e dados sobre o excelente crescimento e desenvolvimento conseguidos em diferentes espécies vegetais cultivadas sobre substratos à base desse resíduo. Entretanto, apesar desses efeitos benéficos, passaram-se 3 (três) décadas antes que o resíduo de fibra de coco pudesse ser introduzido no mercado internacional de substratos de cultivo (MURRAY, 1999).

A partir da década de 80, várias companhias holandesas passaram a utilizar esse resíduo como ingrediente dos substratos de cultivo já fabricados (MEEROW, 1994, 1997; VAN MEGGELEN – LAAGLAND, 1995). Desde então, diferentes trabalhos de investigação foram realizados com o objetivo de se estudar as características e propriedades desse novo material e de se avaliar sua potencialidade para ser utilizado como substrato ou como componente de substrato em diferentes aplicações nos cultivos “sem solo”: produção de mudas, enraizamento de estacas, crescimento de plantas ornamentais em vasos, produção de flor de corte e cultivo em substrato de hortaliças entre outras (VERDONCK, 1983; VERDONCK et al., 1983; HANDRECK; BLACK, 1991, HANDRECK 1993; TEO; TAN, 1993; MEEROW, 1994, 1997; CARAVEO et al., 1996; EVANS; STAMPS, 1996; EVANS; KONDURU; STAMPS, 1996; OFFORD; MUIR; TYLER, 1998; KONDURU; EVANS; STAMPS, 1999).

As propriedades físicas e químicas do pó de coco diferem entre diferentes fontes de resíduo, em função principalmente do método usado para processar a fibra e idade do fruto. Assim, o controle das características do material antes do uso como substrato é de grande importância. Nesse particular, a salinidade é uma das características mais importantes a ser controlada.

Segundo Prisco e O’leary (1970), os danos da salinidade na germinação de sementes estão relacionados aos efeitos osmótico e tóxico dos íons. Porém, muitas espécies/variedades apresentam diferentes graus de tolerância/sensibilidade aos efeitos negativos dos sais durante o cultivo. O conteúdo de sais é diretamente proporcional à condutividade elétrica (CE) do substrato. Como um ponto de referência, uma CE de 3 dS.m⁻¹ limita o crescimento da maioria das plantas. Para o caso de culturas mais sensíveis à salinidade, esse valor deverá situar-se em níveis abaixo de 1,0 dS.m⁻¹ (AYERS; WESTCOT, 1991).

Estudo desenvolvido por Murray (2000), sobre amostras de pó de coco maduro provenientes de diferentes localidades (Costa do Marfim, Costa Rica, México, Sri Lanka e Tailândia), mostrou que a condutividade elétrica dos diferentes substratos variou de 0,39 dS.m⁻¹ (para amostra da Costa Rica) até 5,97 dS.m⁻¹ (para amostra do México).

O resíduo do coco verde é um material que também apresenta uma salinidade de média a elevada, o que confere elevada condutividade elétrica (CE). Nesse caso, a eficiência da etapa de prensagem das cascas é de fundamental importância para a adequação do nível de salinidade do pó obtido no processamento. A casca de coco verde apresenta cerca de 85% de umidade e um conteúdo de sais em níveis tóxicos para o cultivo de espécies vegetais mais sensíveis. A extração desta umidade, via compressão mecânica, possibilita a extração conjunta de uma grande quantidade de sais solúveis. Este aspecto impõe que a casca do coco verde seja processada o quanto antes possível após o consumo ou retirada da água de coco. Adicionalmente, um programa adequado de lavagem, por imersão do material em igual volume de água por um curto período de tempo (15 min), mostrou-se eficaz na remoção de sais solúveis e conseqüente redução da CE (BEZERRA; ROSA, 2002; ROSA et al., 2001b). Atenção especial deve ser dada à qualidade de água usada na lavagem.

A utilização do pó/fibra de coco na horticultura depende dos tratamentos dispensados ao material, quais sejam: tempo de estabilização do produto, número de lavagens realizadas, conteúdo de sais solúveis indesejáveis, enriquecimento com fertilizantes, adição de outros componentes para aumentar ou diminuir a aeração e retenção de água, etc.

Para a comercialização, o produto deverá ser homogêneo e padronizado de modo a assegurar ao usuário um certo grau de qualidade e confiabilidade. Em geral, o pó de coco pode ser comercializado em sacos ou em ladrilhos (prensado).

Buscando proporcionar informação padronizada aos usuários de substratos para plantas, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por meio da Secretaria de Defesa Agropecuária, expediu a Instrução Normativa Nº 46 de 12 de setembro de 2006, com a finalidade precípua de aprovar os métodos analíticos oficiais para análise de substratos e condicionadores de solos. Para tanto, todo e qualquer material a ser comercializado deverá ser analisado com respeito à: umidade atual, densidade, capacidade de retenção de umidade a 10 cm (CRA 10), pH, condutividade elétrica (CE) e capacidade de troca de cátions (CTC). A análise do pH e da CE deverá ser realizada numa suspensão 1+5 (v : v) de substrato : água. A granulometria e a extração de outros nutrientes solúveis poderá ser determinada, porém não é exigência legal, apesar de serem de grande valia para os usuários. Nas Tabelas 1 e 2, são apresentados alguns resultados analíticos realizados em amostras de pó/fibra de coco verde processado na Usina de Beneficiamento de Coco Verde, localizada em Jangurussu, Ceará.

O uso predominante do pó de coco como substrato agrícola se dá como meio inerte; ou seja, funcionando apenas como sustentação para o desenvolvimento de plantas envasadas e não como fornecedor de nutrientes para a planta. A exemplo do que já ocorre com o coco maduro, o uso das cascas do coco verde na forma de substrato agrícola inerte já é uma realidade, sendo utilizado como meio de crescimento ou componente de crescimento para produção de plantas. As boas características agrônômicas do substrato a base de coco verde foram atestadas no cultivo de mudas de alface, caju, tomate, pimentão, coentro, berinjela, melão, abacaxi ornamental e flores (ROSA et al., 2001b, CORREIA et al., 2003, SALGADO et al., 2006, CAPISTRANO et al., 2006, OLIVEIRA et al., 2006, CORREIA et al., 2001, BRÍGIDO; ROSA; BEZERRA, 2002 PAIVA et al., 2005).

Tabela 1. Características de amostras de pó de coco verde processadas (peneirada em tamiz de malha quadrada com 5mm de abertura) na Usina de Beneficiamento de Coco Verde do Jangurussu, Ceará

	Unidade	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3	AMOSTRA 4
Nº lavagens		0	1	2	3
Granulometria (X)					
X >16 mm	%	0,0	0,0	0,0	0,0
8 mm < X < 16 mm	%	0,0	0,6	0,7	0,0
4 mm < X < 8 mm	%	1,0	5,4	4,3	1,7
2 mm < X < 4mm	%	5,5	7,8	10,0	6,1
1 mm < X < 2mm	%	5,5	7,8	10,0	6,1
0,5 mm < X < 1mm	%	43,3	36,7	36,4	43,5
0,25 mm < X < 0,5 mm	%	25,8	25,9	12,3	22,9
0,125 mm < X < 0,25 mm	%	4,7	5,4	2,6	4,9
X < 0,125 mm	%	0,4	0,4	0,5	0,4
Dens. (auto-compactação)	kg/m ³	164,7	172,7	170,0	170,5
Umidade Atual	%	85,1	82,3	86,4	86,2
Carbono orgânico	%	94,6	97,3	94,7	95,5
Teor de Cinzas	%	5,4	2,7	5,3	4,5
Nitrogênio Total	%	1,1	1,1	1,1	1,1
C/N		86,0	88	86,1	86,8
Suspensão 1+1,5 (v:v) substrato : água					
pH		5,61	6,15	6,32	6,48
CE	dS/m	1,42	0,29	0,24	0,21
Ca	mg/L subs.	6,2	4,8	3,7	2,4
Mg	mg/L subs.	2,7	2,7	1,9	0,9
K	mg/L subs.	650,8	71,8	51,0	40,9
Na	mg/L subs.	160,4	35,9	33,3	33,0
P	mg/L subs.	26,5	17,1	12,4	6,2
Cl	mg/L subs.	664,7	195,0	319,1	132,9
N-NO ₃	mg/L subs.	0,9	0,7	1,4	3,0
N-NH ₄	mg/L subs.	3,7	3,1	2,6	2,7
S-SO ₄	mg/L subs.	11,4	17,2	17,0	11,4

Análises realizadas no Laboratório de Água e Solo da Embrapa Agroindústria Tropical

Tabela 2. Características de amostras de pó de coco verde processadas (peneirada em tamiz de malha quadrada com 10 mm de abertura) na Usina de Beneficiamento de Coco Verde do Jangurussu, Ceará

	Unidade	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3	AMOSTRA 4
Nº lavagens		0	1	2	3
Granulometria (X)					
X >16 mm	%	0,0	0,0	0,0	0,0
8 mm < X < 16 mm	%	0,0	0,0	0,0	0,0
4 mm < X < 8 mm	%	3,5	9,2	7,7	7,9
2 mm < X < 4mm	%	6,5	8,4	9,5	8,8
1 mm < X < 2mm	%	6,5	8,4	9,5	8,8
0,5 mm < X < 1mm	%	38,9	36,3	40,3	39,2
0,25 mm < X < 0,5 mm	%	27,2	25,3	18,1	23,2
0,125 mm < X < 0,25 mm	%	6,1	5,4	4,2	5,3
X < 0,125 mm	%	0,4	0,3	0,4	0,4
Dens.(auto-compactação)	kg/m ³	167,1	164,7	171,3	167,2
Umidade Atual	%	84,7	83,6	85,9	85,7
Carbono orgânico	%	95,1	95,3	95,3	95,5
Teor de Cinzas	%	4,9	4,7	4,7	4,5
Nitrogênio Total	%	1,1	1,1	1,1	1,1
C/N		89,4	86,6	86,6	86,8
Suspensão 1+1,5 (v : v) substrato : água					
pH		5,89	6,15	6,43	6,15
CE	(dS/m)	1,42	0,29	0,26	0,29
Ca	mg/L subs.	6,8	4,8	3,4	4,8
Mg	mg/L subs.	8,6	2,7	1,5	2,7
K	mg/L subs.	691,7	71,8	63,9	71,8
Na	mg/L subs.	123,1	35,9	35,4	35,9
P	mg/L subs.	25,2	17,1	10,1	17,1
Cl	mg/L subs.	709,1	195,0	150,7	195,0
N-NO ₃	mg/L subs.	2,0	0,7	1,6	0,7
N-NH ₄	mg/L subs.	1,9	3,1	2,0	3,1
S-SO ₄	mg/L subs	9,6	17,2	13,2	17,2

Análises realizadas no Laboratório de Água e Solo da Embrapa Agroindústria Tropical

O pó de coco verde pode ser usado também como substrato ativo (após compostagem), puro ou em composição com outros materiais. A compostagem é uma técnica utilizada para se obter mais rapidamente e em melhores condições, a estabilização da matéria orgânica em material humificado, com atributos físicos, químicos e biológicos superiores (sob o aspecto agrônomico) àqueles encontrados no material de origem. Aplicado nas plantações, o composto adiciona matéria orgânica, melhora a estrutura do solo e a retenção de água, reduz a necessidade de fertilizantes e o potencial de erosão do solo.

O pó da casca de coco verde compostado com esterco diversos (bovino, poedeira e cama de frango) pode ser utilizado na formulação de diferentes substratos juntamente com outros materiais para utilização na produção de mudas de espécies olerícolas: alface, melão, tomate, quiabo (BEZERRA et al., 2002; AQUINO; BEZERRA; PAULA, 2003; LEAL et al., 2003; PEREIRA; BEZERRA; ROSA, 2004), frutíferas: graviola, caju, mangaba (LOURENÇO, 2005, MESQUITA et al., 2006; CAVALCANTI JÚNIOR, ELESBÃO; BEZERRA, 2006a), ornamentais: crisântemo, tagetes, caliopsis (BEZERRA et al., 2001; BEZERRA; ARAÚJO; LIMA, 2006a; BEZERRA et al., 2006b) e na aclimatização de mudas micropropagadas: violeta africana, helicônia, abacaxi ornamental, (TERCEIRO NETO et al., 2004; SANTOS et al., 2004; CARVALHO et al., 2006).

4.2. Fibras

O material fibroso que constitui o mesocarpo do fruto, também denominada coir, bonote ou fibra, é um produto tradicional em países como a Índia e Sri Lanka, habituados a processar o coco maduro. Estes países dominam o mercado mundial deste produto, sendo responsáveis por mais de 90% da produção mundial.

As fibras de coco verde apresentam-se como mais uma opção para este nicho do mercado e seu uso vem sendo atestado positivamente com resultados equivalentes aos obtidos com a fibra do coco maduro. A demanda crescente por fibras de coco se dá em razão do interesse por produtos ecologicamente corretos, por ser proveniente de uma fonte renovável, biodegradável e de baixo custo e por suas características oferecerem diversas possibilidades de utilização.

A fibra de coco é adequada para exercer a função de reforço em materiais, graças a sua alta resistência e rigidez. De um modo geral, possui grande durabilidade, atribuída ao alto teor de lignina e polioses, baixo teor de celulose, elevado ângulo espiral quando comparada com outras fibras naturais, o que lhe confere um comportamento diferenciado. Possui baixa densidade, grande percentual de alongamento e valores pequenos de resistência à tração e de módulo de elasticidade. Utilizada há várias décadas como um produto isolante em diversas situações, a fibra de coco tem hoje uma diversidade de aplicações. A fibra em forma de manta é um excelente material para ser usado em superfícies sujeitas à erosão provocada pela ação de chuvas ou ventos, como em taludes nas margens de rodovias e ferrovias, em áreas de reflorestamento, em parques urbanos e em qualquer área de declive acentuado ou de ressecamento rápido.

A sua utilização na elaboração de compósitos (novos materiais conjugados formados por pelo menos dois componentes, sendo um deles um componente de reforço, na forma de fibras) tende a diminuir a densidade do material com bom potencial de alongamento e

capacidade de reforço mediana, porém com possibilidades de aumento de desempenho da interação fibra-matriz devido à ação aglutinante da lignina. A ação do calor na formação do compósito tende a aumentar tal capacidade de interação. Apesar do baixo teor de celulose, a estrutura da fibra é bem fechada, devendo ser esta a razão de sua melhor resistência à ação dos álcalis do que fibras de alto teor de celulose (REDDY e YANG, 2005; VAN DAM, 2004).

Na indústria de embalagens existem projetos para a utilização da fibra de coco como carga para o Poli Tereftalato de Etila (PET), podendo gerar materiais plásticos com propriedades adequadas para aplicações práticas e resultando em contribuição para a resolução de problemas ambientais, ou seja, reduzindo o tempo de decomposição do plástico.

A indústria da borracha é receptora também de grande número de projetos envolvendo produtos ecológicos diversos, desde a utilização da fibra do coco maduro e verde na confecção de solados de calçados, até encostos e bancos de carros. Estudo desenvolvido por Vale *et al.* (2006) sobre a viabilidade do uso de fibras de coco verde em misturas asfálticas detectou sua boa eficiência com relação ao escorrimto, apresentando resultados similares aos tradicionalmente obtidos com celulose.

Além dos usos já citados, a fibra da casca de coco verde pode ser utilizada na confecção de vasos, placas e bastões para o cultivo de diversas espécies vegetais. Além de substituírem os produtos tradicionais a base de barro, cimento e plástico, também se apresentam como uma alternativa aos subprodutos extraídos da samambaiçu (*Dicksonia sellowiana*), buscando a inserção no mercado ocupado hoje pelo xaxim, que é um produto de exploração cada vez mais restrita pela legislação brasileira.

A confecção de artesanatos variados também representa uma importante forma de aproveitamento não apenas da fibra mas também do pó da casca de coco verde, podendo originar uma grande gama de itens, haja visto que o Brasil tem sido cada vez mais um importante destino para os turistas de outros países, grandes consumidores deste tipo de produto.

5. Outros usos da casca de coco verde

Cobertura morta

A cobertura morta é uma prática agrícola que consiste em cobrir a superfície do solo, com uma camada de material orgânico. O material forma uma camada protetora sobre o solo, podendo influenciar nos processos físicos, químicos e microbiológicos do solo e proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento da cultura.

A utilização da cobertura morta apresenta vantagens potenciais, tais como reciclagem de nutrientes, redução das perdas de água por evaporação da superfície do solo e manutenção de níveis de umidade e temperatura, nas camadas superficiais do solo, adequados ao desenvolvimento de raízes e de microrganismos benéficos para as culturas (MIRANDA *et al.*, 2004).

A casca do coco verde possui teores de potássio, cálcio e nitrogênio (ROSA *et al.*, 2002) que podem contribuir de forma positiva para a adubação das culturas. Por outro lado, o material pode apresentar níveis tóxicos de tanino, de cloreto de potássio e de sódio (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002), cuja acumulação pode causar alterações das propriedades químicas e físicas do solo. O fato sugere que a aplicação da casca de coco verde

em cobertura morta deve ser acompanhada do monitoramento contínuo da salinidade do solo, a fim de prevenir futuras alterações nas propriedades físicas e químicas do solo e danos para a cultura (MIRANDA; SOUSA; CRISOSTOMO, 2007).

Estudo realizado por Miranda et al. (2004) mostrou que o uso da fibra de coco verde como cobertura morta em coqueiros alterou o regime térmico do solo, reduzindo a variação da temperatura ao longo do dia em relação ao solo sem cobertura, em todas as profundidades estudadas, principalmente próximo à superfície. A cobertura com a casca de coco verde funcionou como uma camada de isolamento térmico, reduzindo o aquecimento do solo durante o dia e a perda de calor para a atmosfera durante a noite, evidenciando ser tão efetiva na redução da temperatura máxima e da amplitude térmica do solo quanto outros materiais vegetais.

Fonte alternativa de energia - Briquetes

As cascas de coco verde podem ser transformadas em briquetes por meio de um processo de compactação a elevadas pressões. Os briquetes constam de pequenas toras, resultantes da compactação do resíduo. Mais densos, com formato padrão e com alto poder calorífico, seu uso tem atraído estabelecimentos que, para reduzir custos e aproveitar melhor seu espaço físico, estão aderindo a esta tecnologia. São considerados um “carvão ecológico” de alta qualidade e substituem com enormes vantagens a queima de óleo combustível e madeira em fornalhas, processos de gaseificação, lareiras etc.

Outras potencialidades

Características microscópicas fazem do pó de coco um excelente adsorvente, abrindo possibilidades de uso na área de bioremediação de solos e biosorção de metais pesados (SOUSA et al., 2007, PINO et al., 2006), e ainda, como substrato para cama de animais de laboratório (FARIAS et al., 2005).

6. Potencialidades de aplicação do líquido da casca de coco verde (LCCV)

O líquido gerado durante a prensagem da casca de coco verde (LCCV) apresenta em sua composição um conteúdo de polifenólicos, açúcares e potássio que vem estimulando pesquisas com o intuito de avaliar seu uso em aplicações de alto valor agregado.

Os estudos atualmente em andamento versam sobre o potencial do LCCV como fonte de taninos para formulação de resinas fenólicas e para fins fitoterápicos; como fonte de açúcar em processos fermentativos e geração de biogás, como fonte de potássio, na fertilização de cultivos agrícolas.

Os resultados obtidos até o momento indicam que o LCCV apresenta atividade farmacológica, como anti-helmíntico; teor de taninos condensados capaz de viabilizar a elaboração de adesivos; teor de açúcares que o torna factível de ser usado como meio de fermentação e conteúdo de potássio que possibilita seu uso na fertirrigação de culturas, sobretudo aquelas tolerantes a alta salinidade, em razão da sua alta condutividade elétrica.

7. Considerações sobre o mercado

Durante as décadas de 80 e 90, as exportações de fibra de coco declinaram fortemente, devido a sua substituição por espumas e fibras sintéticas. A partir da década de 90, o

crescimento da demanda interna da Índia e das importações China, que em 2005 já atingia os mesmos volumes da União Européia (Tabela 3), reaqueceu o mercado internacional de fibra de coco e seus derivados. Como reflexo, outros países, como Filipinas, Tailândia e Vietnam, têm ingressado neste mercado expandindo sua produção e exportação de fibras.

Tabela 3 – Principais importadores de fibra de coco no período de 2000 a 2005

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Milhares de toneladas					
União Européia	49,68	43,69	49,14	48,94	61,75	74,95
EUA	12,99	9,90	10,07	11,97	19,44	22,00
China	21,78	34,01	43,73	51,37	84,32	76,19

Fonte - FAO (2007)

Atualmente, a produção anual de fibras de coco é de aproximadamente 550.000 toneladas métricas, produzidas principalmente pela Índia e Sri Lanka (Tabela 4).

Tabela 4 - Produção mundial de fibra de coco entre 2000 e 2006.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	Milhares de toneladas						
Fibra Marrom							
Índia	244,0	247,6	241,7	248,0	252,0	285,0	314,0
Sri Lanka	55,1	55,4	65,5	54,6	67,5	58,9	76,6
Tailândia	8,7	14,7	22,3	36,9	53,6	41,1	41,1
Outros Países	18,2	19,3	19,0	17,7	16,7	16,8	17,0
Sub-Total	326,0	337,0	348,5	357,3	389,7	401,8	448,7
Fibra Branca							
Índia	120,0	121,8	112,0	112,0	112,0	100,0	96,0
Total	446	458,8	460,5	469,3	501,7	501,8	544,7

Fonte - FAO (2006)

Historicamente, o Sri Lanka tem sido o principal exportador de fibras e a Índia de produtos com maior valor agregado.

As atividades relacionadas ao beneficiamento da fibra de coco empregam na Índia e Sri Lanka mais de 500.000 pessoas, principalmente mulheres na zona rural, sendo considerada uma atividade estratégica do ponto de vista social.

No Brasil, a tecnologia de aproveitamento da casca de coco seco já é conhecida e utilizada há algum tempo. As principais empresas que atuam no mercado de derivados da casca de coco seco têm entre 15 e 30 anos de existência. No entanto, a produção nacional ainda se destina principalmente ao mercado interno. As exportações só começam a ser observadas nos últimos cinco anos (Tabela 4), caracterizadas principalmente pela exportação de mantas geotêxteis. Tal fato também pode ser atribuído aos preços internacionais para a fibra que em 2004 se encontravam a US\$/t 185,00 para a fibra bruta e US\$/t 207,00 para o pó. Neste período, estes produtos eram comercializados no Brasil em média a US\$/t 360,00 e US\$/t 220,00 respectivamente, sendo que o substrato agrícola comercializado pela líder de mercado atingia os US\$/t 360,00 (FAO, 2006).

Tabela 4 - Exportações brasileiras de fibra de coco e derivados no período de 2000 a 2007.

Mercadoria	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	Quantidade (kg)						
Fibra de coco em bruto				52	159	734	
Revestimento para pavimentos					23.106	28.010	18.400
Fibras de coco trabalhadas, não fiadas.	500			129.251	148.875	172.995	122.192

Fonte - Ministério do desenvolvimento indústria e comércio exterior (2007)

No mercado interno os principais destinos da fibra e do pó da casca de coco estão vinculados à produção agrícola, sendo destinados principalmente à produção de substratos agrícolas utilizados em cultivos protegidos de uma maneira geral e na produção de mudas de várias espécies. As principais regiões de consumo de substrato são a Sul, principalmente as áreas produtoras de fumo e a Sudeste, nas áreas de produção de plantas ornamentais e de reflorestamento.

O comércio mundial de pó/fibra da casca de coco para substrato agrícola tem ganhado força na segunda metade da presente década. O preço se encontrava declinante chegando a atingir US\$ 173,00 a tonelada; entretanto, em novembro de 2005, o preço já se encontrava em US\$ 281,00 a tonelada FOB no porto do Sri Lanka, maior exportador mundial deste produto (FAO 2007). A ampliação do consumo mundial de derivados da casca de coco tem grande influência neste comportamento. O que pode ser verificado pelo aumento gradativo no volume de exportações (Tabela 5).

Tabela 5 – Preços médios e quantidades de pó/fibra de coco exportado pelo Sri Lanka no período de 2000 a 2006, em US\$ FOB.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Quantidade Exportada	74,87	78,50	79,98	91,06	84,72	106,48	96,45
Preço FOB	195,00	185,00	186,00	173,00	207,00	238,00	240,00*

Fonte: FAO 2007.

* média de preços até junho.

A fibra de coco produzida no Brasil é destinada principalmente à produção de mantas geotêxteis, estofamentos para veículos automotores e artigos de jardinagem (vasos, placas e bastões). No entanto, seu uso tem se diversificado bastante na última década podendo ser encontrada também em artesanatos, palmilhas de sapato, colchões, tapetes e outros, que representam uma fatia crescente de consumo de fibras.

8- Viabilidade econômica de uma unidade de beneficiamento de casca de coco verde

A implantação de uma unidade de beneficiamento de casca de coco verde (UBCCV) exige, como em qualquer atividade econômica, um correto planejamento prévio, onde serão considerados aspectos fundamentais como: a disponibilidade de matéria-prima, a logística

necessária para a captação/aquisição da matéria prima, o mercado pretendido e os tipos de produtos desejados, a gestão dos resíduos, o investimento necessário e outros fatores.

Várias são as formas de organização de uma unidade de beneficiamento de casca de coco verde. Contudo a maior parte delas contempla em seu escopo as etapas de obtenção do pó e da fibra. Desta forma tomou-se como referência uma unidade que tenha como produtos finais o substrato agrícola inerte (sem a correção de fertilidade) e a fibra bruta enfardada, com capacidade de beneficiamento de 13.000 cocos/dia.

Uma UBCCV necessita de 400 m² de área coberta, 100 m² de pátio, mais a área de armazenagem de produtos acabados, que varia de acordo com o tamanho de estoque pretendido. Uma UBCCV com 600 m² de área coberta (beneficiamento + armazenagem), representa um investimento de R\$ 210.000,00 (a preços de jul/2007) (Tabela 5). Os equipamentos necessários somam cerca de R\$ 75.000,00 (Tabela 6), considerando a instalação de apenas uma linha de produção, com a capacidade citada anteriormente.

Tabela 5 – Previsão de despesas com construção civil

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1. Construção de um prédio para funcionamento da unidade produtiva	m ²	600	350,00	210.000,00
TOTAL				210.000,00

Tabela 6 – Previsão de despesas com máquinas e equipamentos

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Conj. Benef casca	un	1	30.000,00	30.000,00
Enfardadeira	un	1	20.000,00	20.000,00
Maq. Costura Saco	un	1	2.000,00	800,00
Peneiras vibratórias para classificação	un	1	4.000,00	4.000,00
Equipamento para lavagem do pó	un	2	2.000,00	4.000,00
Balança 500 kg	un	1	1.500,00	1.500,00
Máquina de costura para sacaria	un	1	2.000,00	2.000,00
Máquina para limpeza da fibra	un	1	4.000,00	4.000,00
Conjunto motobomba	un	2	1.000,00	2.000,00
Outros	R\$	1	6.700,00	6.700,00
TOTAL				75.000,00

Outros dois aspectos devem ser considerados na composição dos investimentos iniciais: logística de transporte e tratamento de efluentes. Para efeito de cálculo considerou-se que a UBCCV irá possuir uma linha própria para coleta de cascas, o que implica na aquisição de um caminhão (Tabela 7). Contudo, não raro empresas que trabalham com este tipo de resíduo estabelecem parcerias com o poder público municipal e conseguem reduzir ou mesmo eliminar os custos com a coleta das cascas.

Tabela 7 – Previsão de despesas com aquisição de veículo

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Caminhão Coletador	Un	1	110.000,00	110.000,00
TOTAL				110.000,00

Com relação ao tratamento dos efluentes resultantes do beneficiamento das cascas de coco verde, existem diferentes formas de tratamento, que variam com o tipo de produção, a escala e a localização da UBCCV. Neste exemplo, considerou-se que a unidade foi

implantada em local servido por estação de tratamento de efluente (ETE), não necessitando de ETE própria. Este formato é válido para unidades que se instalam na proximidade de aterros sanitários.

A previsão de despesas para a operação da UBCCV se encontra descrita nas Tabelas de 8 a 11.

Tabela 8 – Previsão de despesas com matéria prima

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Casca do Coco	T	5.148	-	-
Embalagens	Un	39.780	1,10	43.758,00
TOTAL				43.758,00

Tabela 9 – Previsão de despesas com pessoal operacional

Discriminação	Unidade	Quantidade	Salário / mês	Valor Total
Motorista Caminhão	un	1	1.152,00	13.824,00
Assistentes do Motorista	un	2	576,00	13.824,00
Operadores de Máquina	un	6	576,00	41.472,00
TOTAL				69.120,00

Tabela 10 – Previsão de despesas operacionais

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Energia elétrica	KWH	68640	0,33	22.651,20
Água	Mês	12	100,00	1.200,00
Combustível	l	21667	1,70	36.833,90
Material de limpeza	Mês	12	100,00	1.200,00
Manutenção	Diversos	12	500,00	6.000,00
Depreciação	Maquinas	12	1.833,33	21.999,96
	Construção civil	12	583,33	7.000,00
TOTAL				96.885,06

Tabela 11 – Previsão de despesas administrativas

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Vendedor externo	un	1	22.788,00	22.788,00
Secretária	un	1	1.152,00	13.824,00
Segurança	un	2	1.152,00	27.648,00
Telefone	Mês	12	250,00	3.000,00
Material de Expediente	Mês	12	100,00	1.200,00
TOTAL				68.460,00

O total de despesas de uma UBCCV se aproxima de R\$ 250 mil ao ano. Desta forma, é necessário também que seja formado um capital de giro, que para um prazo de estoque médio de 30 dias deve ser da ordem de R\$ 21 mil, totalizando assim um investimento inicial de R\$ 421 mil. As receitas esperadas (Tabela 12) totalizam R\$ 911 mil, considerando a venda de substrato agrícola e fibra bruta.

Tabela 12 – Previsão de produção e receita

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Fibra do Coco	Ton	425,22	600,00	255.134,88
Pó da Casca do Coco	Ton	1312,74	500,00	656.370,00
TOTAL				911.504,88

Com base no exposto, pode-se chegar ao cálculo de alguns indicadores. O ponto de equilíbrio da UBCCV é de 21%. Ou seja, a unidade precisa processar no mínimo 2.700 cascas de coco para cobrir seus custos. O tempo de retorno do investimento também é muito bom sendo calculado em cerca de um ano. No entanto alerta-se para o fato de que este cálculo considera a operação em 100% da capacidade desde o primeiro ano, o que na realidade não é comum.

Agradecimentos

Por auxílios recebidos pelos projetos:

- Alternativas de aproveitamento da casca de coco verde – Banco do Nordeste
- Tecnologias para o uso da casca de coco verde – Embrapa
- Validação de equipamentos para processamento da casca de coco verde – Embrapa
- Desenvolvimento de tecnologia para produção e aplicação de substrato agrícola a partir de resíduo de coco verde – Embrapa
- Uso da casca de coco verde como meio de conservação da biodiversidade – Banco Mundial
- Rotas tecnológicas para o aproveitamento e valorização da casca de coco verde – Embrapa

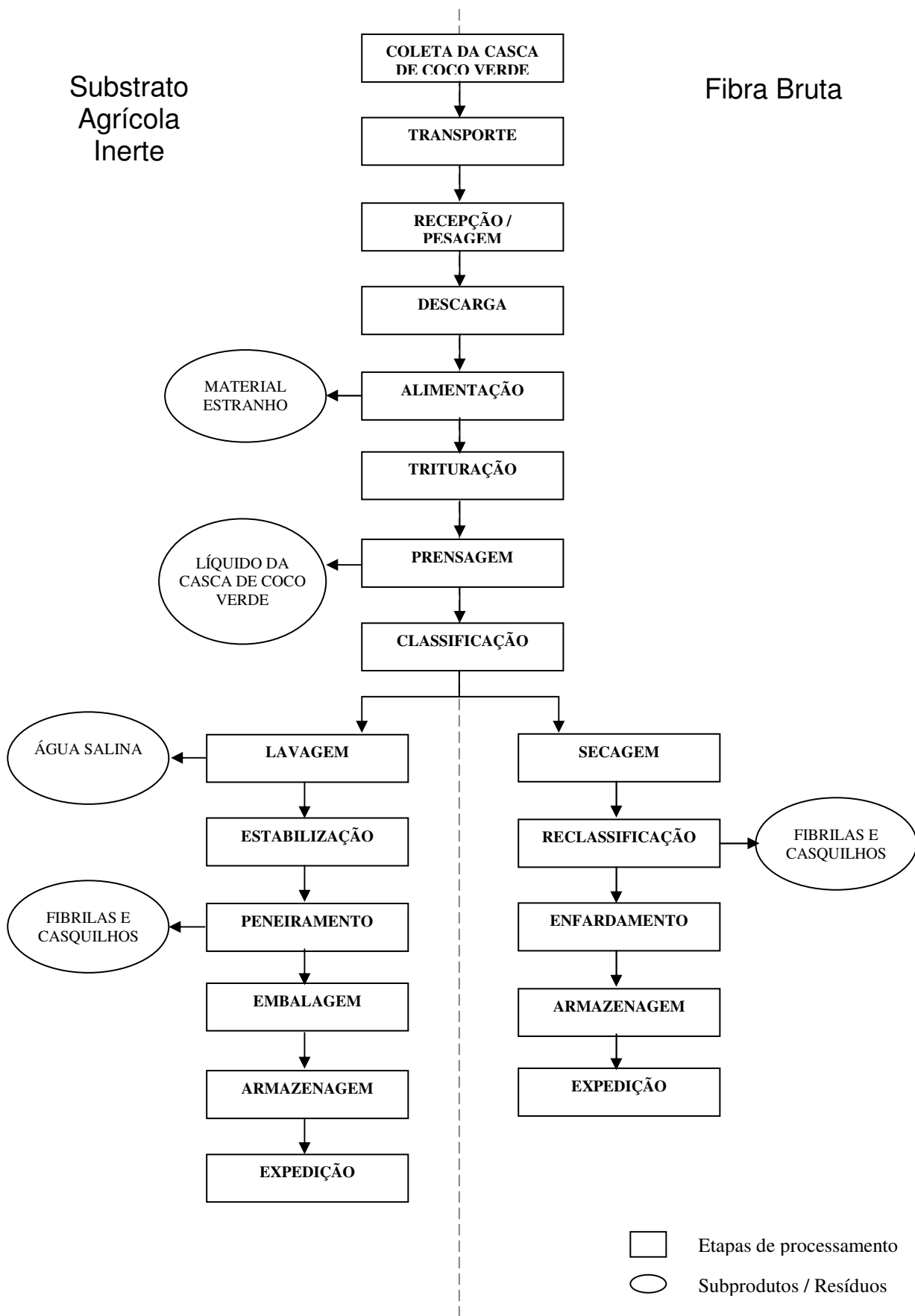
Referências Bibliográficas

- ABAD, M., NOGUERA, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: CADAHIA, C. (Coord.) Fertirrigación. **Cultivos Hortícolas y Ornamentales**. p.287-342 Madrid Mundi-Prensa, 1998.
- ABAD, M., NOGUERA, P., PUCHADES, R., MAQUIEIRA, A., NOGUERA, V. Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerized ornamental plants. **Bioresource Technology**, v. 82, p. 241-245, 2002.
- AQUINO, A.J.S., BEZERRA, F.C., PAULA, L.A.M. Produção de mudas de meloeiro em composto à base de casca de coco verde, irrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p.322, jul. 2003. Resumos do 43o CBO, Recife-PE, 2003. Suplemento
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água de irrigação na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991, 218p. (FAO). Estudos de Irrigação e Drenagem, 29 revisado1).
- BEZERRA, F.C., ROSA, M.F., BRÍGIDO, A.K.L., NORÕES, E.R.V. Utilização de pó de coco como substrato de enraizamento para estacas de crisântemo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 7, n.2, p. 129 – 134, 2001
- BEZERRA, F.C.; ROSA, M.F.; ROSSETTI, A.G.; A.F.B.; NORÕES, E.R.V. Teores de NPK na parte aérea de mudas de alface irrigadas com solução nutritiva. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 281. jul. 2002. Resumos do 42o CBO, Uberlândia, 2002.
- BEZERRA, F.C.; LIMA, A.V.R. dos; ARAÚJO, D.B.; CAVALCANTI JÚNIOR, A.T. Produção de mudas de *Tagetes erecta* em substratos à base de casca de coco verde. In: V Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas (V ENSUB), 2006, Ilhéus. Resumos...Ilhéus/BA: 2006a p.130
- BEZERRA, F.C.; ARAÚJO, D.B.; LIMA, A.V.R. dos. Uso de substratos à base de casca de coco verde na produção de mudas de *Calliopsis elegans* HORT. In: V Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas (V ENSUB), 2006b, Ilhéus. Resumos...Ilhéus/BA: 2006 p.149.
- BRÍGIDO, A.K.L.; ROSA, M.F.; BEZERRA, F.C. Utilização de pó de coco como substrato de enraizamento para mudas de crisântemo. Fortaleza, 2002, VIII Encontro de Iniciação à Pesquisa da UNIFOR. Resumos, p.266. Fortaleza, 2002
- CAPISTRANO, I.R.N., SOARES, I., BEZERRA, F.C., PEREIRA, V.P. Efeito da frequência de aplicação de solução nutritiva na cultura do coentro cultivado em pó de coco verde. In: V Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas (V ENSUB), 2006, Ilhéus. **Resumos...Ilhéus/BA: 2006 p.148.**
- CARAVEO, F. J., BACA, G. A., TIRADO, J. L. y SÁNCHEZ, F. El cultivo hidropónico de tomate empleando polvo de bonote como sustrato, y su respuesta al amonio y potassio. **Agrociencia**, 30, p. 495-500, 1996.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S. de; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.
- CARVALHO, A.C.P.P., BOMFIM, G.V., BEZERRA, F.C., AZEVEDO, B.M., VIANA, T.V.A., OLIVEIRA, K.M.A. Aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental em função de distintos tipos de substratos. In: V Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas (V ENSUB), 2006, Ilhéus. **Resumos...Ilhéus/BA: 2006 p.132.**
- CAVALCANTI JÚNIOR, A.T., ELESBÃO, R.A., BEZERRA, F.C. Efeito de substratos e qualidade de água na germinação da mangabeira. In: V Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas (V ENSUB), 2006, Ilhéus. **Resumos...Ilhéus/BA: 2006a p.171.**

- CORREIA, D.; ROSA, M.F.; CAVALCANTI JÚNIOR, A.T.; ARAÚJO, F.B.S.; NORÕES, E.R.V. Alternative substrates for acclimatization of pineapple micropropagated plantlets. **Horticultura Mexicana**, v. 8, n.3, p. 91, 2001. Edição de Resumo do IX Congresso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Horticolas; 47^a Reunión de la Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical; 8^o Congresso de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental
- CORREIA, D.; ROSA, M.F.; NORÕES, E.R.V.; ARAUJO, F.B.S. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 25, n. 3, p. 557-558, 2003.
- EVANS, M.R., STAMPS, R.H. Growth of bedding plants in Sphagnum peat and coir dust-based substrates. **Journal of Environmental Horticulture**, v.14, p.187-190, 1996.
- EVANS, M.R., KONDURU, S., STAMPS, R.H. Source variation in physical and chemical properties of coconut coir dust. **HortScience**, v. 31, p. 965-967, 1996.
- FAO. Jute, Kenaf, Sisal, Abaca, Coir and Allied Fibres. **STATISTICS**. December 2006. Disponível em <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/009/j9330m.pdf>. Acesso em 26 jun. 2007.
- FARIAS, D.F., FERREIRA, P.M.P., CARVALHO, A.F.F.U., CARVALHO, A.F.U. Avaliação preliminar do uso da fibra de coco (*Cocos nucifera*) como cama de animais de laboratório. **Revista da Universidade Rural - Série Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v. 24, n. Suplemento, p. 233-236, 2005.
- FRUTAS DO BRASIL. **Coco. Pós-colheita**. Editor técnico Wilson Menezes Aragão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 76p.
- HANDRECK, K. A. Properties of coir dust, and it use in the formulation of soilless potting media. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 24, p.349-363, 1993.
- HANDRECK, K. A.; BLACK, N. D. Growing media for ornamental plants and turf. New South Wales. Kensington, Australia: University Press, 1991. 401 p.
- HUME, E.P. Coir dust or cocopeat - a byproduct of the coconut. **Economic Botany**, v. 3, p. 42-45, 1949.
- KONDURU, S., EVANS, M.R, STAMPS, R.H. Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust. **HortScience**, v. 34, p. 88-90, 1999.
- LEAL, F.R.R.; BEZERRA, F.C.; SOARES, I.; ROSA, M.F; CAPISTRANO, I.R.N. Composto orgânico à base de resíduo de coco verde como substrato para a produção de mudas de tomateiro. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p.303 jul. 2003. Resumos do 43o CBO. Suplemento.
- LOURENÇO, I.P. **Utilização do pó da casca de coco verde como substrato para produção de mudas de gravioleira**. Fortaleza: UFC, 2005. 30 p. (Monografia de graduação em Agronomia).
- MEEROW, A. W. Growth of two subtropical ornamentals using coir dust (coconut mesocarp pith) as a peat substitute. **HortScience**, 29, p.1484-1486, 1994.
- MEEROW, A. W. Coir dust, a viable alternative to peat moss. **Greenhouse Product News**, January, p.17-21, 1997.
- MESQUITA, R. O.; LIMA, F.F.; BEZERRA, M.A.; BEZERRA, F.C.; Emergência e crescimento de plântulas de cajueiro anão precoce em substratos à base de pó de coco verde. In: V Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas (V ENSUB), 2006, Ilhéus. **Resumos...Ilhéus/BA: 2006 p.150.**
- Ministério do desenvolvimento indústria e comércio exterior, 2007. Disponível em: <http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br/alice.asp>. Acesso em 26 jun. 2007.

- MIRANDA, F.R., OLIVEIRA, F.N.S., ROSA, M.F., LIMA, R.N. Efeito da cobertura morta com a fibra da casca de coco sobre a temperatura do solo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 2, p. 335–339, 2004.
- MIRANDA, F.R., SOUSA, C.C.M., CRISOSTOMO, L.A. Utilização da casca de coco como cobertura morta no cultivo do coqueiro anão-verde. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n.1, p. 41-45, 2007.
- MURRAY, P. N. Caracterización y evaluación agronómica del residuo de fibra de coco: un nuevo material el cultivo en sustrato. **Tesis Doctoral**. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 228 p, 1999.
- MURRAY, N. P. **Caracterización y evaluación agronómica del residuo de fibra de coco**: un nuevo material para el cultivo en sustrato. Valencia, 2000. 228 p. Tesis (Doctorales) en Ciencias Químicas, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Departamento de Química de la Universidad Politecnica de Valencia.
- OFFORD, C. A.; MUIR, S.; TYLER, J. L. Growth of selected australian plants in soilless media using coir as a substitute for peat. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 38, p. 879-887, 1998.
- OLIVEIRA, A.B., FERREYRA H., F.F, ROSA, M.F, ASSIS JUNIOR, R.N. Participação em banca de Alexandre Bosco de Oliveira. Avaliação do pó da casca de coco-verde como substrato na produção de mudas de berinjela. 2006. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará.
- PAIVA, W.; FREITAS, F.W.A.; MESQUITA, J.B.R.; ROSA, M.F.; CAITANO, R.F. Características agronômicas de espécies de Antúrios para folhagem. In: 45 Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005, Fortaleza. CD Rom do 45 Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005.
- PEREIRA, N.S.; BEZERRA, F.C.; ROSA, M. de F. Produção de mudas de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) em substratos á base de pó de casca de coco verde. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.358 jul. 2004. Suplemento
- PINO, Gabriela Huaman ; MESQUITA, Luciana Maria Souza de ; TOREM, Maurício Leonardo ; PINTO, G. A. S. . Biosorption of cadmium by green coconut shell powder. **Minerals Engineering**, v. 19, n. 5, p. 380-387, 2006.
- PRISCO, J.T.; O'LEARY, J. W. Osmotic and “toxic” effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. **Turrialba**, v. 20, n. 2. p. 177-184, 1970.
- REDDY, N., YANG, Y. Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications. **Trends in Biotechnology**, v. 23, n.1, p. 22-27, 2005.
- ROSA, M. F.; ABREU, F. A. P.; FURTADO, A. A. L., BRÍGIDO, A. K. L.; NORÕES, E. R. V. Processo agroindustrial: obtenção de pó de casca de coco verde. **Comunicado Técnico** 61. Dezembro, 2001a. Fortaleza,CE. 4p.
- ROSA, M.F., BEZERRA, F.C., ARAÚJO, F.B.S NORÕES, E.R.V. Utilização do pó de coco verde na germinação de alface hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 294, jul. 2001. Suplemento ref. 545. Edição de resumos do XLI Congresso Brasileiro de Olericultura, Brasília, DF, jul. 2001b.
- ROSA, M. F.; BEZERRA, F. C.; CORREIA, D.; SANTOS, F. J. S.; ABREU, F. A. P.; FURTADO, A. A. L.; BRÍGIDO, A. K. L.; NORÕES, E. R. V. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 24 p. (Documentos, 52)
- SALGADO, E.V., ASSIS JÚNIOR, R.N., ROSA, M.F., HERNANDEZ, F.F.F., BEZERRA, F.C. Comparação entre substrato de coco verde e outros materiais na produção de mudas de

- pimentão. In: V Encontro Nacional de Substratos para Plantas, 2006, Ilhéus. V ENSUB Anais Irrigação e Fertirrigação em Ambientes Protegidos. Ilhéus : Ceplac, 2006. p. 116.
- SANTOS, G., BATUGAL, P.A., OTHAM, A., BAUDOWIM, L., LABOUISSSE, J.P. **Manual on standardized research techniques in coconut breeding**. Roma: IPGRI, 1996. 45 p.
- SANTOS , M.R.A.; TIMBÓ, A.L.OLIVEIRA ; CARVALHO , A.C.P.P.; MORAIS, J.P. Avaliação de substratos e adubos orgânicos na aclimatização de plântulas de *Heliconia psitacorum*. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 10, p. 1049-1051, out. 2004.
- SOUSA, F.W.; ANDRÉ, G.O.; MOREIRA, S.A.; ROSA, M.F.; CAVALCANTE, R.M.; NASCIMENTO, R.F. Estudo da viabilidade de uso da casca de coco verde como adsorvente para remoção de metais pesados de efluentes industriais (aceito N° QN 264/06). *Química Nova*, 2007.
- TEO, C. K.H., TAN, E.H. Tomato production in cocopeat. **Planter**, 69, p. 239-242, 1993.
- TERCEIRO NETO, C.P.C.; BEZERRA, F.C.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, J.V.; LEAL, F.R.R. Aclimatização de mudas micropropagadas de violeta africana em diferentes substratos. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n. 2, p.356, jul. 2004. Suplemento.
- VALE, A.C., PINTO, I.C., SOARES, J.B. Estudo laboratorial da viabilidade do uso de fibras de coco em misturas asfálticas do tipo SMA. In: **18° Encontro de Asfalto**, 2006, Rio de Janeiro, 2006.
- VAN DAM, J.E.G., VAN DEN OEVER, M.J.A., TEUNISSEN, KEIJSERS, W. E.R.P., PERALTA, A.G. Process for production of high density/high performance binderless boards from whole coconut husk. Part 1: Lignin as intrinsic thermosetting binder resin. **Industrial Crops and Products**, v. 19, p. 207–216, 2004.
- VAN MEGGELEN – LAAGLAND, I. Golden future for coco substrate. **FloraCulture Internacional**, December, p.16-18, 1995.
- VERDONCK, O. Reviewing and evaluations of new materials used as substrates. **Acta Horticulturae**, 150, p. 467-473, 1983.
- VERDONCK O., DE VLEESCHAUWER, D. y PENNINGCK, R. Cocofibre dust, a new growing medium for plants in the tropics. **Acta Horticulturae**, 133, p. 215-225, 1983.



Fluxograma operacional da etapa de produção de substrato agrícola e fibra bruta