
Documentos

ISSN 1517-2201 246
Dezembro, 2006



DENDÊ

**MANEJO E USO DOS
SUBPRODUTOS
E DOS RESÍDUOS**



ISSN 1517-2201

Dezembro, 2006

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

Documentos 246

Dendê: Manejo e Uso dos Subprodutos e dos Resíduos

José Furlan Júnior

Embrapa Amazônia Oriental

Belém, PA

2006

Esta publicação está disponível no endereço:
http://www.cpatu.embrapa.br/publicacoes_online

Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Caixa Postal, 48 CEP: 66095-100 - Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
E-mail: sac@cpatu.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Gladys Ferreira de Sousa
Secretário-Executivo: Moacyr Bernardino Dias-Filho
Membros: Izabel Cristina Drulla Brandão
José Furlan Júnior
Lucilda Maria Sousa de Matos
Maria de Lourdes Reis Duarte
Vladimir Bonfim Souza
Walkymário de Paulo Lemos

Revisores Técnicos

Alfredo Kingo O. Homma – Embrapa Amazônia Oriental
Antônio Carlos Paula N. da Rocha - Embrapa Amazônia Oriental
Moacyr Bernardino Dias-Filho - Embrapa Amazônia Oriental
Ruth Linda Benchimol - Embrapa Amazônia Oriental

Supervisão editorial: Regina Alves Rodrigues
Supervisão gráfica: Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes
Revisor de texto: Regina Alves Rodrigues
Normalização bibliográfica: Célia Maria Lopes Pereira
Editoração eletrônica: Francisco José Farias Pereira
Capa: Genildo Mota

1ª edição

Versão eletrônica (2006)
1ª impressão (2007): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Amazônia Oriental

Furlan Júnior, José

Dendê: manejo e uso dos subprodutos e dos resíduos / por José Furlan Júnior. - Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006.

40 p. : il.; 21cm. - (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 246).

ISSN 1517-2201

1. Dendê- Subprodutos. 2. Resíduos. I. Título. II. Série.

CDD 633.85

© Embrapa 2006

Autor

José Furlan Júnior

Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr Enéas Pinheiro, s/nº, Caixa Postal 48, CEP 66095-100, Belém, PA.

E-mail: jfurlan@cpatu.embrapa.br

Apresentação

A perspectiva de desenvolvimento acelerado na região de um programa de agroenergia, utilizando o dendzeiro como fonte principal da produção de biodiesel, traz uma preocupação com a destinação a ser dada aos subprodutos e aos resíduos gerados por essa agroindústria.

Antecipando-se a isso, a Embrapa Amazônia Oriental, em parceria com a Agroindustrial Palmasa S/A, desenvolveram várias pesquisas, procurando obter respostas de forma a indicar o melhor uso para cada subproduto e para cada resíduo. Os resultados obtidos e aqui apresentados correspondem a anos de trabalho e são complementados por dados de outros pesquisadores de vários países, de modo a fornecer o máximo de informações para os leitores.

Assim, se espera que com este documento os produtores de dendê e a sociedade em geral entendam a preocupação desta Unidade e das empresas produtoras de óleo de palma com o meio ambiente, dando aos resíduos dessa agroindústria uma destinação adequada, lucrativa e, acima de tudo, contribuindo para a diminuição da poluição e procurando trabalhar dentro do conceito de “desperdício zero”.

Jorge Alberto Gazel Yared
Chefe Geral
Embrapa Amazônia Oriental

Roberto A. Lofrano
Diretor Presidente
Agroindustrial Palmasa S/A

Sumário

| | |
|--|----|
| Dendê: Manejo e Uso dos Subprodutos e dos Resíduos | 11 |
| Introdução | 11 |
| Utilização de resíduos do campo | 12 |
| Resíduos da usina | 14 |
| Aplicação de engaços no campo em plantios jovens de dendezeiros | 17 |
| Aplicação de engaços no campo em plantas adultas | 18 |
| Produção de composto de engaços | 19 |
| Engaços como fonte de combustível | 24 |
| Produção e uso de cinza | 24 |
| Cinza de caldeira | 25 |
| Uso do efluente líquido Palm Oil Mill Effluent (POME) | 29 |
| Torta de amêndoas | 31 |
| Uso da casca e da fibra do mesocarpo | 32 |
| Considerações Finais | 33 |
| Referências | 36 |

Dendê: Manejo e Uso dos Subprodutos e dos Resíduos

José Furlan Júnior

Introdução

Os atuais programas e projetos de desenvolvimento para a Amazônia têm indicado a preocupação com a sustentabilidade sob os pontos de vista social, econômico e ambiental. O desafio está na promoção de um modelo de desenvolvimento rural aproveitando suas potencialidades, comprometendo o mínimo possível suas funções ambientais, acelerando a reforma agrária e fortalecendo a agricultura familiar.

Deve-se ainda considerar que a Amazônia é uma fantástica produtora de biomassa, sendo, potencialmente, a maior fonte produtora de energia renovável do planeta, podendo produzir, via cadeias agrícolas, se não toda a energia necessária para o seu desenvolvimento, mas uma quantidade apreciável. Dentre as culturas produtoras de biomassa, e muito mais de agora em diante, em virtude do programa de agroenergia, destaca-se na Amazônia, o dendzeiro. Essa palmeira possui uma capacidade tremenda de imobilizar o carbono atmosférico, que permanecerá, por aproximadamente 25 anos, grande parte dessa imobilização, podendo reflorestar áreas alteradas, ser cultivada em solos ácidos e pobres, restaurar o balanço hídrico e liberar oxigênio (FURLAN JÚNIOR; MÜLLER, 2003).

O consumo anual de óleo de palma tem crescido continuamente a uma taxa de 8% nos últimos 30 anos. Cada dia, novas aplicações são encontradas para este fantástico produto agrícola. Fatores positivos como: a capacidade de

produção de 5 toneladas ou mais de óleo por hectare; a menor taxa de mecanização dentre as oleaginosas/oleíferas cultivadas; a utilização intensiva de mão-de-obra; e a geração de emprego e renda no local do plantio, dentre outros, fazem do dendezeiro forte e ideal candidato para a produção de biodiesel na região.

No entanto, um crescimento acelerado e expressivo do cultivo dessa palmácea gerará um bom número de subprodutos orgânicos e resíduos, tanto no campo quanto na usina. O processamento dos frutos do dendezeiro fornece, em média, os seguintes produtos e subprodutos: óleo de palma bruto, 20%; óleo de palmiste, 1,5%; torta de palmiste, 3,5%; engaços, 22%; fibras, 12%; cascas, 5%; e efluentes líquidos, 50%. Esses materiais podem ser reciclados nas plantações como fontes de nutrientes, como fontes de energia em processos da usina ou para a manufatura de uma série de produtos para a agricultura ou outras indústrias. Daí a importância a ser dada para a solução de problemas que certamente advirão. Essa solução deverá ser encarada sob os aspectos sanitário, ambiental, econômico e social.

Do lado econômico, as empresas devem ter a preocupação com o custo, pois alguns resíduos são aproveitados diretamente e outros dependentes de tratamentos, o que implica no investimento de recursos, tanto para o uso quanto para o descarte. No aspecto sanitário/ambiental, a reciclagem ou tratamento dos resíduos diminui ou até elimina os riscos de poluição, evitando habitat para inúmeros vetores de doenças e animais peçonhentos. Socialmente, o aproveitamento dos resíduos pode gerar atividades na pequena agricultura/pecuária pelo uso de composto e de torta de amêndoa de forma intensa.

Utilização de resíduos do campo

Folhas podadas: As folhas são removidas na colheita e durante as rondas de poda (1 a 3/ano). Em plantas adultas, cada palmeira produz de 20-30 folhas/ano ou próximo de 10 t de matéria seca por hectare. Solano (1984) estima em pouco mais de 11 toneladas métricas/ha/ano a quantidade de folhas, em peso seco, e que este material reciclado no campo, aporta aproximadamente 45% do fertilizante que a palmeira necessita. A decomposição é feita naturalmente e a disponibilidade de nutrientes é bastante rápida, ocorrendo a mineralização de 43% de N, 63% de P, 76% de K e 60% de Mg em 24 meses (KEE; CHEW, 1997).

Segundo Kee e Chew (1997), as folhas podadas possuem grande quantidade de nutrientes. Os folíolos contêm por volta de 80% do N e mais do que P e Mg disponível na folha podada, enquanto que todas as partes da folha podada contêm grandes quantidades de K. As quantidades de N e K reciclados representam uma significativa proporção do total de N e K absorvido e as folhas são parte importante do ciclo de nutrientes em dendezeiros adultos.

A localização adequada das folhas no campo é um procedimento muito discutido. As folhas podem ser espalhadas sobre as entrelinhas provendo uma cobertura do solo que ajuda a minimizar os efeitos erosivos das chuvas, conservar a umidade do solo e dificultar o desenvolvimento de ervas daninhas.

O amontoamento de folhas nas entrelinhas das palmeiras é uma prática comumente utilizada. Quando feito em grande quantidade pode dificultar a movimentação de máquinas e encorajar a formação de ninhos por partes de roedores e, conseqüentemente, o aumento de aparecimento de cobras.

Segundo Husin et al. (1986), na Malásia, utilizam-se as folhas podadas como fonte de fibras na fabricação de painéis, papel e polpa. Os resultados em virtude da logística de coleta e dos altos custos têm tornado seu uso para essa finalidade antieconômico. No entanto, experimento de campo mostrou redução de 11% nos rendimentos de cachos de frutos frescos (cff), quando as folhas podadas foram removidas do campo (MOHD HASHIM; YEOW, 1987).

Estipes: Quando da remoção dos plantios velhos, os estipes e folhas podem fornecer grandes quantidades de nutrientes. O total de matéria seca, 75 t/ha para estipes e 15t/ ha para folhas, fornece, segundo Singh (1994), 400 kg/ha de N, 40 kg de P, 500 kg de K e 90 kg de Mg.

Essa prática deve ser usada com atenção, pois em vez de benefícios poderá causar problemas com pragas e doenças. Alguns países queimam os estipes baseados unicamente nas condições sanitárias.

Resíduos da usina

Engaço: Suporte fibroso que sustenta o fruto e corresponde de 22% a 25% do peso dos cachos de frutos frescos (cff) processados.

Os engaços podem ser devolvidos ao campo como cobertura, incinerados para produzir cinza ou utilizados na usina como fonte extra de energia. As grandes quantidades de matéria orgânica e de nutrientes nos engaços torna-os excelentes “mulch”. Com uma densidade próxima de 0,75, os engaços contêm aproximadamente 65% de água.

A viabilidade econômica do uso de engaços como cobertura depende, principalmente do custo do transporte com o retorno do material para o campo, do preço do fertilizante químico e do custo da mão-de-obra para distribuição.

Segundo Redshaw (2003), uma produção de 22t/ha de cff produz engaços suficientes para cobrir (mulch) 10% da área de um plantio adulto de dendezeiros, com aplicação de 50t/ha de engaços. Furlan Júnior et al. (1998) obtiveram resultados de 2 anos, para dendezeiros com 4 e 5 anos de idade, comprovando que 10 hectares em produção geram material orgânico suficiente para adubar 1 hectare. A taxa de decomposição dos cachos vazios foi de aproximadamente 85% após 1 ano e que o efeito “mulching” na disponibilidade de nutrientes, principalmente potássio, ocorreu em grande parte até aos 12 meses depois da aplicação do material orgânico, o que se verificou desde o início do processo. A relação de aumento de produtividade entre os dois anos analisados demonstrou que o efeito da cobertura é maior no primeiro, havendo necessidade de reposição no segundo ano e que o aumento ocorrido de um ano para outro foi em função do efeito idade.

Teixeira et al. (2000) recomendam o uso de engaços logo após a debulha, na quantidade de 200 kg/planta (28,6 t/ha) para dendezaís com até 6 anos de idade e, anualmente, entre plantas entremeadas 2 a 2 e que esse manejo pode substituir as adubações com fertilizantes químicos potássicos.

O uso de engaços como cobertura do solo promove o aumento dos níveis foliares de N, P e K logo aos 6 meses após a aplicação, quando comparados com os das plantas que receberam somente fertilização inorgânica. As perdas são dadas pela exportação, pelos cachos, poda das folhas, queda das

inflorescências, etc. Essa prática permite a reposição total de potássio. A reposição deve ser anual, em razão da diminuição dos teores de nutrientes tanto nas folhas como no solo. O uso de engaços diminui o teor de alumínio trocável, aumenta o pH e os teores de fósforo e potássio na camada superficial do solo (0-20 cm), não alterando, porém, os teores de cálcio e de magnésio do solo. Os dendezais com idades de 5 a 7 anos têm mostrado incrementos médios de produtividade de cerca de 7%, quando manejados com cobertura de engaços (FURLAN JÚNIOR, 2000).

Segundo Corley et al. (1971), Singh et al. (1989), Annual... (1998), Furlan Júnior et al. (2000), Ferreira et al. (1998), Solano (1984), existe enorme variação no conteúdo de nutrientes em engaços. Ferreira et al. (1998) analisaram engaços no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental e determinaram a quantidade média de nutrientes (Tabela 1) e sua equivalência em adubo químico (Tabela 2).

Tabela 1. Quantidade média de nutrientes contidos em engaços de dendê.

| Nutrientes | Quantidade | |
|------------|-------------------|---------------------|
| | kg/t de peso seco | kg/t de peso fresco |
| Nitrogênio | 9,8 | 3,3 |
| Fósforo | 1,1 | 0,4 |
| Potássio | 16,4 | 5,5 |
| Cálcio | 8,4 | 2,8 |
| Magnésio | 2,6 | 0,9 |
| Enxofre | 1,1 | 0,4 |
| | g/t de peso seco | g/t de peso fresco |
| Boro | 15,2 | 5,1 |
| Cobre | 15,1 | 5,0 |
| Zinco | 28,0 | 9,3 |
| Manganês | 41,9 | 14,0 |
| Ferro | 430,8 | 143,6 |

Em relação às necessidades da planta e a sua equivalência em fertilizantes, o nutriente encontrado em grande quantidade é o K, em pequenas quantidades o N e o Mg, e o P limitada significância agrônômica. Alguns micronutrientes como B, Cu, Zn e Fe são encontrados em quantidades significativas.

Tabela 2. Equivalente em adubo químico contido em uma tonelada de engaços de dendê.

| Adubo | Quantidade | |
|--|-------------------|---------------------|
| | kg/t de peso seco | kg/t de peso fresco |
| Uréia (45 %N) | 21,8 | 7,3 |
| Superfosfato triplo (45% P ₂ O ₅) | 5,6 | 1,9 |
| Cloreto de Potássio (60% K ₂ O) | 33,0 | 11,0 |
| Sulfato de Magnésio (16% MgO) | 26,9 | 9,0 |
| (13% S) | 8,5 | 2,8 |
| Carbonato de Cálcio (50% CaO) | 23,5 | 7,8 |
| Sulfato Ferroso (20%Fe) | 2,1 | 0,7 |
| | g/t de peso seco | g/t de peso fresco |
| Borax (11% B) | 137,9 | 46,0 |
| Sulfato de Cobre (24%Cu) | 61,8 | 20,6 |
| Sulfato de Manganês (25% Mn) | 167,5 | 55,8 |
| Sulfato de zinco (21%Zn) | 133,1 | 44,4 |

Segundo Redshaw (2003), a aplicação de 50 t/ha de engaços fornece mais K do que os dendezeiros adultos necessitam, porém são necessárias mais quantidades adicionais de N, P e Mg. Furlan Júnior et al. (2000) caracterizaram os engaços de dendezeiros, logo após a debulha mecânica, e encontraram teor médio de matéria seca de 35%, o que os torna boa fonte de matéria orgânica e fornecedores de consideráveis quantidades de fertilizantes, equivalentes por tonelada de engaços frescos aplicada a 5,56 kg de uréia, 0,70 kg de superfosfato triplo, 8,46 kg de cloreto de potássio, 2,38 kg de calcário e 4,05 kg de sulfato de magnésio. Experimentos realizados, na Malásia, mostraram que os engaços se decompõem rapidamente no campo, perdendo 50% do peso nos 3 primeiros meses após a aplicação (ROSENANI et al. 1996), ocorrendo a decomposição quase que total 6 meses após a aplicação no campo. Entretanto, Chan, citado por Solano (1984), também, na Malásia, diz que o engaço pode demorar até 24 meses para biodegradar-se. A taxa de decomposição pode ser aumentada pela adição de fertilizante mineral nitrogenado. Teixeira et al. (2000) encontraram taxa de decomposição de 95% ao ano, independente do uso de inoculação com mesofauna do solo.

Aplicação de engaços no campo em plantios jovens de dendezeiros

Vários benefícios são reportados sobre a aplicação de engaços em palmeiras jovens, desde que o custo do transporte não seja impeditivo. Segundo Lim e Chan (1990), o crescimento das palmeiras aumenta e o período juvenil diminui, antecipando maiores rendimentos.

A aplicação, quantidade e resultados, variam em função do tipo de solo. As aplicações geralmente são realizadas em círculo em volta da palmeira. Lim e Chan (1990) aplicaram 37,5 t/ha de engaços após o plantio e, anualmente, durante 11 anos, e obtiveram aumento acumulado de rendimento de cff de 75%. Furlan Júnior et al. (2000) recomendam na primeira fase de produção, que vai do terceiro ao décimo ano de idade, a aplicação de 200 kg de engaços/planta e, a partir desta idade, a aplicação de 350 kg/planta. A aplicação de 200 kg de engaços por dendezeiro/ano pode suprir as plantas, na fase ascendente de produção, em termos de necessidade de potássio, enquanto que 350 kg de engaços podem atender as plantas adultas, pois, em média, 88 kg de engaços aplicados fornecem o correspondente a 1 kg de cloreto de potássio. Em virtude da taxa de decomposição dos engaços de 95% ao ano e da diminuição dos teores de nutrientes, tanto no solo quanto nas folhas dos dendezeiros, 12 meses após a aplicação dos engaços a valores próximos daqueles encontrados sem engaços, a aplicação deve ser realizada anualmente. A aplicação de engaços diminui a necessidade do controle de ervas daninhas e a de práticas de coroamento das palmeiras.

As respostas máximas de rendimento são obtidas com a combinação da aplicação de engaços com fertilizantes minerais. Onde a combinação de engaços e fertilizantes naturais é aplicada, a concentração de K nas folhas aumenta, melhora os níveis de N, P, Cl nas folhas e a concentração de P e K no ráquis aumenta, no entanto, a concentração de Ca no ráquis diminui, provavelmente em virtude do acúmulo do Ca na parede celular dos folíolos, onde a taxa de transpiração é muito grande, diminuindo a disponibilidade (REDSHAW, 2003). As análises de solo mostram melhorias na concentração dos cátions trocáveis e K extraível.

Os engaços podem ser usados como substitutos parciais dos fertilizantes minerais, mas a quantidade total de fertilizante a ser aplicada deve levar em conta a quantidade de nutrientes fornecidos pelos engaços menos os nutrientes requeridos pela palmeira. Devem ser observados ainda resultados experimentais, pois esses variam em função do local, do tipo de solo, etc, bem como análise de folhas para cada ambiente. Comumente, são usadas aplicações anuais de 30-60 t/ha. Quantidades de 80 t/ha podem ser usadas em ciclos de 18 a 24 meses. Acima disso não são recomendadas, principalmente em áreas com altos índices de precipitação, pois ocorre uma “lavagem muita rápida do K”. Em Papua Nova Guiné, aplicações de 120 t/ha causaram condições anaeróbias no solo, diminuindo a produção de cachos (REDSHAW, 2003).

Aplicação de engaços no campo em plantas adultas

Novamente, o custo e os problemas de logística de retorno do engaço para o campo são as maiores restrições para o uso generalizado do engaço como cobertura do solo. Singh (1994) estimou retorno líquido de US\$ 200,00/ha, baseado no aumento de rendimento de 15% e economia de fertilizantes de US\$ 160,00/ha. Furlan Júnior et al. (2000) recomendam espalhar os engaços entre plantas, em área de cerca de 8 m², entremeadas 2 a 2, procurando dispor os engaços em uma camada uniforme e de formato retangular. No segundo ano, a aplicação deve ser sempre realizada na mesma linha de plantio, nos espaços entre as plantas que não receberam os engaços no ano anterior, repetindo-se este processo a cada ano. A primeira aplicação deve ser pesada, enquanto que as demais podem ser com base em volume aproximado ao da primeira ou utilizando medida padrão.

O primeiro passo é decidir onde os engaços deverão ser aplicados. Dar preferência onde a transferência de nutrientes possa ser melhor aproveitada, ou seja, iniciar por área de menor fertilidade dos solos ou que apresentem piores resultados das análises foliares.

As companhias do Sudeste Asiático têm usado uma variedade de veículos para espalhar os engaços. Na Malásia, onde o índice de mecanização é altíssimo, são usados minitratores para despejar o material em intervalos no campo (REDSHAW, 2003). Na Indonésia, o espalhamento manual ainda é comum, requerendo 0,3-0,5 h/dia/t de engaços (HORNUS; NGUIMJEU, 1992).

O uso de engaços não interfere em outras operações de campo, especialmente na colheita e transporte de cff.

Segundo Redshaw (2003), um dos melhores sistemas é o reboque “Giltrap”, com capacidade para 6 t de engaços, que realiza toda operação, desde a usina até o campo.

Produção de composto de engaços

O processamento dos cachos de frutos frescos (cff) do dendezeiro produz subprodutos, sendo alguns aproveitáveis diretamente e outros dependentes de tratamento, o que implica no investimento de recursos, tanto para uso posterior quanto para deles se desfazer.

Um desses subprodutos é o engaço, que é reciclado no campo como “mulch” ou é parcialmente desidratado, até próximo de 40% de umidade, e utilizado como energia extra em caldeiras das plantas extratoras de óleo de palma.

O Estado do Pará produziu, em 2005, cerca de 150.000 t de óleo de palma (AGRIANUAL, 2006). Cada tonelada de óleo produzida corresponde a, aproximadamente, uma tonelada de engaços.

Considerando o enorme volume produzido, o manejo desse subproduto implica em custos e cuidados com a poluição. O estreitamento da legislação ambiental e a necessidade das empresas em reduzir a zero o desperdício, têm forçado as indústrias de óleo de palma, em parceria com instituições de pesquisa, a buscarem alternativas viáveis na utilização de engaços e outros subprodutos (FURLAN JÚNIOR et al. 2003).

Nas empresas, geralmente, a compostagem dos engaços ocorre naturalmente, a céu aberto, sem revolvimento da massa, levando de 2 anos a 2 anos e meio para completar o processo. A compostagem reduz consideravelmente o volume a ser removido e torna o material produzido mais higiênico pela ação das altas temperaturas (em torno de 62°C), alcançadas durante a fermentação, resultando em um composto estável, rico em húmus e com potencial para utilização como adubo orgânico na agricultura.

Vários experimentos estão sendo conduzidos, em empresas e instituições de pesquisa, sobre alguns fatores chaves da compostagem, incluindo composição química, conteúdo de água e conveniência como fonte de alimento para microorganismos. Aplicando-se líquido efluente como agente de co-compostagem do engaço pode-se, ao mesmo tempo, prover água e nitrogênio requeridos pela atividade microbiológica (COMPOSTING, 2003).

A produção de composto utilizando engaços de dendê vem sendo constantemente aperfeiçoada. Experimentos conduzidos nos anos de 1980 demonstraram que é possível se produzir um bom composto (LIM, 1990). Os engaços possuem uma relação C:N por volta de 50, a qual é reduzida pela compostagem para menos de 20, valor aceito para considerar a maturação de um composto. A alta relação inicial cai rapidamente quando é usado, como inoculante, um efluente líquido das usinas Palm Oil Mill Effluent (POME) que contém N ou pelo uso de fertilizante inorgânico nitrogenado. Em algumas áreas do Sudeste Asiático a compostagem de engaços é realizada em leiras de 3 m de largura com 2 m de altura, sendo aeradas por máquinas autopropulsoras de ar. Durante o processo são adicionados POME, em intervalos de modo a manter a umidade por volta de 60%. Geralmente, as leiras são cobertas nas primeiras semanas do processo (REDSHAW, 2003).

Várias pesquisas vêm sendo conduzidas de modo a possibilitar a melhor condição de compostagem. Trabalhos sobre a necessidade de picar o engaço antes do enleiramento; o uso de inóculo para estimular a biodegradação; a quantidade de POME a ser adicionada; e a frequência da aeração das leiras vem sendo considerada como ponto chave. Furlan Júnior et al. (2006) pesquisaram o processo de compostagem de engaços de dendê utilizando como inoculante um pré-composto do próprio engaço e utilizando o revolvimento mecanizado, substituindo o processo anaeróbio por aeróbio.

A instalação de uma unidade demonstrativa de compostagem de engaços de dendê em leira por revolvimento mecanizado, junto à Agroindustrial Palmasa S/A, no Município de Igarapé-Açu, PA, objetivou desenvolver um processo de compostagem aeróbio, em escala industrial, a céu aberto, com revolvimento da massa por pá carregadeira, para substituir o processo anaeróbio e acelerar a formação do composto.

A unidade, instalada em 08 de abril de 2005, foi constituída por 70% de engaços sem trituração, coletados logo após a debulha na usina, e 30% de pré-composto de engaços, produzido sem revolvimento da massa, em fase de bioestabilização. Os materiais foram arrumados em camadas, compondo uma leira de 25 m de comprimento, 4 m de largura e 2,8 m de altura. A oxigenação das leiras, na fase ativa da degradação, foi controlada pelo revolvimento mecanizado, a cada 10 dias, durante 150 dias. Após esse período, o material foi deixado em repouso para maturação. Na época chuvosa, a leira não foi regada, mas na época de estiagem as leiras foram regadas para manter o teor de umidade em aproximadamente 55%, durante os 114 dias sem precipitação, usando-se 6 aspersores do tipo minicanhão IN 38/1.½", durante 15 minutos por dia.

O processo de compostagem ocorreu no período de 230 dias. O produto resultante apresentou aspecto de massa negra, com fibras longas. No final do processo, houve considerável redução no volume da leira e formação de um produto estável e higiênico, provavelmente em decorrência das altas temperaturas alcançadas.

Na Tabela 3, são apresentados os valores das características químicas de uma amostra composta do composto orgânico produzido a partir de engaços de dendê, em leira por reviramento mecanizado, na base seca a 65°C.

Tabela 3. Características químicas e físico-químicas de composto orgânico produzido com engaços de dendê em leira por revolvimento mecanizado, na base seca a 65°C.

| Característica | Composição |
|---|-------------------|
| Matéria orgânica (g/kg) | 251,0 |
| Cinza (g/kg) | 749,0 |
| Relação C/N | 10/1 |
| pH (CaCl ₂) | 7,9 |
| CTC (cmol _c / Kg) | 17,0 |
| Nitrogênio (g/kg) | 14,5 |
| Fósforo (g/ kg de P ₂ O ₅) | 5,0 |
| Potássio (g/ kg de K ₂ O) | 12,0 |
| Cálcio (g/ kg) | 2,8 |
| Magnésio (g/ kg) | 1,6 |
| Enxofre (g/ kg) | 4,3 |
| Ferro (g/ kg) | 11,5 |
| Manganês (mg/kg) | 40,0 |
| Cobre (mg/kg) | 24,0 |
| Zinco (mg/kg) | 86,0 |
| Boro (mg/kg) | 72,0 |

A relação C/N, abaixo de 18/1 e o valor do pH, acima de 6,0 obtidos, indicam que o composto encontrava-se maturado, podendo ser utilizado sem risco de causar danos às plantas (KIEHL, 2002).

O valor de CTC obtido encontra-se abaixo daquele observado em composto orgânico de lixo urbano com a participação de 30% de caroço de açaí, porém um pouco acima daquele do composto de lixo com 70% desse resíduo (TEIXEIRA et al. 2006). De acordo com Kiehl (2002), um bom composto deve apresentar valores de CTC entre 60 e 80 cmol_c/kg.

Os teores de macronutrientes são inferiores àqueles encontrados no composto orgânico de lixo urbano, com exceção do potássio (TEIXEIRA et al. 2006). Essa maior concentração em potássio é atribuída aos teores relativamente altos desse nutriente nos engaços de dendê (FURLAN JÚNIOR et al. 2000).

Transformando-se as concentrações dos elementos N, P e K em equivalência de adubos químicos, observa-se que cada tonelada de composto orgânico de engaços corresponde a 63 kg da soma de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio (Tabela 4), além de outros macros e micronutrientes.

Tabela 4. Equivalência de N, P e K em fertilizante por tonelada de composto orgânico produzido com engaços de dendê em leira por revolvimento mecanizado.

| Fertilizante | kg t⁻¹ de composto orgânico |
|---------------------|---|
| Uréia | 32 |
| Superfosfato triplo | 11 |
| Cloreto de Potássio | 20 |

Furlan Júnior et al. (2000) concluíram que:

- O tempo de compostagem dos engaços foi reduzido em 70%, quando comparado com o processo natural de compostagem.
- O composto pode ser usado diretamente sem causar risco às plantas, pois se encontra maturado.

- O composto, além de fornecer quantidades consideráveis de nutrientes, pode atuar como condicionador do solo, melhorando as características físicas, agindo ainda em processos químicos e biológicos.
- O uso agrônômico do composto pode se tornar uma fonte de nutrientes e renda para as empresas produtoras, diminuindo os custos de produção, além de contribuir para a redução da poluição ambiental, que ocorre com a criação de ninhos de roedores, pelo escorrimento do chorume, atingindo cursos d'água e lençóis freáticos, causada pelo não aproveitamento adequado dos engaços.

Ensaio exploratório realizado pela empresa Agroindustrial Palmasa S/A, indicaram que uma quantidade de POME próxima do ideal requerida durante a compostagem, importa em 3m³ por tonelada inicial de engaços, em sistema aerado por autopropulsor, correspondendo ao padrão normal da relação efluente/engaço produzido por cff processado.

Schuchardt et al. (2002) indicam a relação 3 a 5m³ de efluente por tonelada de engaços. Com isso, todo o efluente produzido pode ser utilizado, resultando em um sistema de descarga zero ou nulo. Também sugere que outros rejeitos, como fibras do mesocarpo, lama da decantação e cinza da caldeira podem ser reciclados nesse processo.

A maior vantagem da compostagem é a grande redução do volume de engaços para aplicação no campo chegando a ser acima de 70% (SIREGAR et al. 2002). Porém, as quantidades de aplicação do composto devem ser determinadas para cada área e pela idade dos plantios (LORD et al. 2002). A variação dos nutrientes é fortemente influenciada pela quantidade de POME adicionado (REDSHAW, 2003).

Os méritos da compostagem de engaços se tornam mais evidentes, desde que seja possível o processamento simultâneo dos dois principais subprodutos da extração de óleo, enquanto colocados para efetivo uso e proteção do meio ambiente.

Engaços como fonte de combustível

Segundo Jacquemard (1995), os engaços podem ser fragmentados e depois de secos ao ar podem servir de combustível nas caldeiras das plantas extratoras de óleo de palma. Singh et al. (1989) estimaram um retorno anual sobre o investimento ao redor de US\$ 250.000,00 para uma usina que processa 100.000 t de cff, incluindo os valores do óleo residual e das amêndoas recuperadas quando os engaços foram queimados como combustíveis.

O engaço, em base seca, contém 88% de voláteis e poder calorífico superior a 3940 kcal/kg e é todo composto por fibras. O conteúdo de umidade pode variar de 60% a 75%. Normalmente, possui quantidade próxima de 6% de óleo, que absorve durante o processo de esterilização (SOLANO, 1984).

Este procedimento encontra resistência em seu uso, uma vez que as vantagens da utilização dos engaços como cobertura no campo são bem maiores. A queima das fibras do mesocarpo e das cascas é mais do que suficiente para suprir as necessidades dos processos das usinas extratoras de óleo de palma.

Produção e uso de cinza

Cinza de engaços

A queima dos engaços é a maneira mais fácil de se desfazer deles. O volume é enormemente reduzido, uma vez que a cinza do engaço representa 0,5% do peso do cff e 2% do peso do próprio engaço. O estreitamento da legislação ambiental tem criado objeções quanto a esse procedimento. Para Jacquemard (1995), a incineração dos engaços pode ser realizada no campo (fossas) ou na própria usina. Este procedimento permite recuperar uma cinza rica em potássio anidro (aproximadamente 5 kg/tonelada de cff processado), contendo por volta de 40% de K_2O . Contudo, ao mesmo tempo informa que este método está condenado ao desaparecimento, por ser altamente poluente. Dentre os principais usos da cinza de engaço no campo está o fornecimento do conteúdo de potássio. Segundo Toh et al. (1981), a cinza de engaço contém 34% de K, é muito higroscópica e deve ser mantida seca e usada imediatamente após a incineração, pois a concentração de K pode decrescer para 15% a 20%, após o acúmulo de umidade durante o armazenamento. As cinzas de engaços devem ser analisadas periodicamente e a quantidade de aplicação ajustada quando tiver como finalidade o uso como substituto de fertilizante potássico.

A cinza de engajo é fortemente alcalina, pH= 12 e recomenda-se o seu uso em solos ácidos, onde melhora o solo pelo aumento da quantidade de mineralização de N (TOH et al. 1981).

Cinza de caldeira

O Estado do Pará é o maior produtor de óleo de palma do País, sendo responsável por cerca de 150.000 t de óleo por ano (AGRIANUAL, 2006), com taxa média de extração de 20%. No processo de geração de vapor para extração de óleo dos frutos, as fibras do mesocarpo são utilizadas nas caldeiras alimentadas à biomassa, gerando quantidade apreciável de cinzas. Esse resíduo, se não aproveitado corretamente, pode se transformar em problema ambiental, pelo acúmulo a céu aberto.

A produção de cinzas oriundas de fibras do mesocarpo corresponde a 4% de 12% da massa fresca dos cachos (SOLANO, 1984). Com base nessas informações, estima-se que em uma usina com processamento anual de 30.000 t de cachos, sejam gerados 3.600 t de fibras de mesocarpo, cuja queima resultará em 144 t de cinzas.

As cinzas, em geral, além dos nutrientes que possuem em sua composição química, também possuem bases que servem para neutralizar a acidez do solo, funcionando, desse modo, como corretivo e como fertilizante, cujos efeitos podem diferir dependendo do tipo de solo (SANTOS et al. 1995; PRADO et al. 2002). Efeitos dessa natureza são altamente benéficos em solos da região Amazônica que, predominantemente, são de baixa fertilidade natural, com acidez elevada e que respondem à aplicação de corretivos e fertilizantes (CRAVO; SMITH, 1997; OLIVEIRA; GALVÃO, 1999).

Goh e Härdter (2003) mencionam que a cinza da agroindústria do dendê pode ser usada para substituir até dois terços da quantidade de potássio requerida para a adubação dos dendezeiros, e acentuam que é um material fortemente alcalino com efeito benéfico na diminuição da acidez dos solos.

Trabalho conduzido em vasos, por Oliveira et al. (2006), com cinza de caldeira da agroindústria do dendê, mostrou que esse tipo de resíduo foi mais eficiente na produção de matéria seca da parte aérea de plantas de milho do que o superfosfato simples, quando aplicados em terriço de baixa fertilidade, em quantidade suficiente para fornecer 50 mg de P/kg de terriço. Esse comporta-

mento pode ser explicado porque, além do fósforo, a cinza contém outros nutrientes, como nitrogênio e potássio, que são carentes no tipo de solo utilizado na pesquisa. Nesse mesmo trabalho, as plantas de milho responderam até a mais alta dose aplicada, que foi de 150 mg de P/kg de terriço, o que equivale à dose de cinza de 6 g/kg de terriço ou 12 t/ha.

A cinza utilizada, na pesquisa efetuada por Oliveira et al. (2006), foi formada a partir da queima de fibras do mesocarpo de frutos de dendê, no processo de geração de vapor utilizado na usina da Agroindustrial Palmasa S.A., localizada no Município de Igarapé-Açu, PA.

A coleta das amostras foi iniciada no final de setembro de 2004 e estendeu-se até o final de dezembro de 2005, sendo coletadas em intervalos de 2 meses, aproximadamente, no total de 8 amostras. As análises químicas dessas amostras foram efetuadas de acordo com a metodologia descrita por Silva (1999).

Os resultados das análises químicas das oito amostras de cinza bem como, os valores médios e o desvio padrão dessas amostras são apresentados na Tabela 5.

Entre os macronutrientes, observou-se que o magnésio foi aquele com menor variação, em torno da média (11%), sendo seguido pelo potássio (14%). A maior variação foi observada no nitrogênio (53%). Os micronutrientes apresentaram menor amplitude de variação do que os macronutrientes, ficando o cobre com a menor variação (13%), enquanto o boro e o manganês apresentaram a maior variação (30%).

Entre as demais características analisadas, constatou-se que o pH apresentou a menor variação em torno da média (14%), ao contrário do teor de umidade (90%).

Arredondando-se as concentrações médias de N, P_2O_5 , K_2O e MgO , tem-se que a cinza equivale a formulação N-P-K+Mg de 0,9-5,7-5,1+3,8, com quantidades bem maiores do que aquelas encontradas em cinzas de biomassa florestal, onde essa mistura equivaleria a 0,15-0,11-0,45+0,16 (GONÇALVES; MORO, 1995).

Tabela 5. Características químicas de cinzas de caldeira da agroindústria do dendê, produzidas no período de setembro de 2004 a dezembro de 2005, em Igarapé-Açu, PA.

| Característica | Cinza | | | | | | | | Média | Desvio padrão |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|---------------|
| | 30/09/04 | 23/12/04 | 21/02/05 | 22/04/05 | 22/06/05 | 26/08/05 | 25/10/05 | 22/12/05 | | |
| Nitrogênio (g/kg) | 5,3 | 14,3 | 11,4 | 16,5 | 5,2 | 7,4 | 6,0 | 4,0 | 8,8 | 4,7 |
| Fósforo (g P ₂ O ₅ /kg) | 83,0 | 50,0 | 63,0 | 50,0 | 51,0 | 49,0 | 67,0 | 45,0 | 57,3 | 12,8 |
| Potássio (g K ₂ O/kg) | 44,5 | 44,5 | 42,8 | 53,7 | 51,2 | 48,0 | 58,5 | 63,2 | 50,8 | 7,3 |
| Cálcio (g Ca ⁺⁺ /kg) | 78,0 | 61,0 | 72,0 | 68,0 | 62,5 | 81,5 | 91,5 | 97,5 | 76,5 | 13,2 |
| Magnésio (g Mg ⁺⁺ /kg) | 22,0 | 20,5 | 24,8 | 23,0 | 19,4 | 24,0 | 28,0 | 24,8 | 23,3 | 2,7 |
| Enxofre (g/kg) | 10,5 | 16,2 | 5,7 | 6,3 | 9,0 | 6,0 | 6,5 | 6,4 | 8,3 | 3,6 |
| Boro (mg/kg) | 225 | 180 | 175 | 160 | 125 | 190 | 152 | 315 | 190 | 58,24 |
| Cobre (mg/kg) | 318 | 225 | 250 | 278 | 260 | 315 | 310 | 238 | 274 | 36,64 |
| Ferro (g/kg) | 7,2 | 11,0 | 7,5 | 15,5 | 10,5 | 11,5 | 7,0 | 10,5 | 10,1 | 2,9 |
| Manganês (mg/kg) | 310 | 485 | 285 | 730 | 455 | 395 | 535 | 460 | 457 | 139,62 |
| Zinco (mg/kg) | 190 | 182 | 150 | 210 | 165 | 265 | 180 | 252 | 199 | 40,66 |
| Umidade (g/kg) | 16,5 | 36,0 | 69,7 | 67,2 | 9,0 | 14,7 | 7,0 | 11,0 | 28,9 | 26,0 |
| Matéria orgânica (g/kg) | 168,0 | 340,0 | 395,0 | 274,5 | 74,5 | 109,5 | 36,5 | 117,0 | 189,4 | 131,4 |
| Cinza (g/kg) | 832,0 | 660,0 | 605,0 | 725,5 | 925,5 | 890,5 | 963,5 | 883,0 | 810,6 | 131,4 |
| pH (CaCl ₂) | 10,2 | 9,5 | 9,2 | 10,1 | 11,8 | 7,3 | 11,5 | 10,3 | 10,0 | 1,4 |
| Relação C/N | 18 | 13 | 20 | 9 | 8 | 8 | 3 | 17 | 12 | 6 |

Fonte: Oliveira et al. (2006).

A partir das informações de Veiga et al. (2001), estima-se que para repor as quantidades de N, P, K, Mg, Ca e S exportadas por 25 t de cff de dendê/ha/ano, seria necessária a aplicação por planta, de 2.545 g de uréia, de 1.710 g de superfosfato triplo, de 2.086 g de cloreto de potássio, de 2.061 g de sulfato de magnésio, de 699 g de carbonato de cálcio e de 129 g de flor de enxofre. Estas quantidades já levam em consideração a eficiência dos nutrientes.

A concentração de potássio no cloreto de potássio é de 49,8%. Portanto, 2.086 g deste fertilizante (quantidade/planta para repor a exportação em 25 t de cff/ha) contém 1.039 g de potássio. Dois terços desta quantidade

correspondem a 693 g desse nutriente. Esta é a quantidade de potássio a ser fornecida como cinza para atender o que preconizam Goh e Hårdter (2003).

Considerando-se a concentração média da cinza de 50,8 g de K/kg (Tabela 5), calcula-se que seriam necessários cerca de 13,6 kg/planta ou 1945 kg/ha desse resíduo para atender os dois terços da quantidade total sugerida para a reposição de potássio.

Com base na quantidade de resíduo e na concentração de nutrientes, Oliveira et al. (2006) demonstraram as quantidades de fertilizantes necessárias para repor a exportação da produção de 25 t/ha de cff, as quantidades equivalentes de adubos contidas em 13,6 kg de cinza e as quantidades para complementar o que não for suprido pela cinza (Tabela 6). Constata-se que com a aplicação dessa dose de cinza seria suprido 100% de fósforo, magnésio e cálcio; 89% do enxofre; 67% de potássio; e 10% de nitrogênio.

Dessa forma, as 144 toneladas de cinza geradas em uma usina com capacidade de processar 30 mil toneladas de cachos frutos frescos por ano, seria capaz de suprir com cinzas uma plantação de dendê com 74 hectares.

Tabela 6. Quantidades de fertilizantes para repor a exportação de nutrientes de 25 t/ha de cff, quantidade equivalente de fertilizante em 13,6 kg de cinzas de caldeira da agroindústria do dendê e quantidade necessária para complementar a reposição.

| Fertilizante | Reposição* | Equivalente na cinza | |
|---------------------|------------|----------------------|----------------|
| | | (g/planta) | Complementação |
| Uréia | 2.545 | 266 | 2.279 |
| Superfosfato triplo | 1.710 | 1722 | 0 |
| Cloreto de potássio | 2.086 | 1.392 | 694 |
| Sulfato de magnésio | 2.061 | 3.336 | 0 |
| Carbonato de cálcio | 699 | 2598 | 0 |
| Flor de enxofre | 129 | 115 | 14 |

*Fonte: Veiga et al. (2001).

Pelos dados de caracterização da cinza de caldeira da agroindústria do dendê, observou-se que este tipo de resíduo, por apresentar em sua composição quantidades razoáveis de macro e micronutrientes, além de características de corretivo de acidez do solo, tem potencial para ser utilizado como adubo. Entretanto, são necessários estudos para determinar as quantidades mais adequadas em virtude dos efeitos no solo e na planta, bem como da economicidade de sua utilização.

Uso do efluente líquido: Palm Oil Mill Effluent (POME)

O manejo do efluente líquido, conhecido como POME, é um dos grandes problemas das indústrias extratoras de óleo de palma. As usinas geralmente produzem dois tipos de efluentes: o efluente natural também chamado de efluente cru ou puro e o efluente centrifugado. Ambos com apreciáveis quantidades de nutrientes. De acordo com Basiron e Darus (1996), o efluente líquido na saída do processo tem as seguintes características físico-químicas (valores médios em mg/l, exceto pH): Demanda Biológica Oxigênio (DBO) = 250000; Demanda Química de Oxigênio (DQO) = 50000; Sólidos Totais = 40000; Sólidos em Suspensão = 18000; Óleos e Graxas = 6000; Nitrogênio amoniacal = 35; e Nitrogênio total = 750. Liwang (2003) afirma que este efluente orgânico contém quantidade significativa de nutrientes, os quais podem ser utilizados como substitutos de certa parte de fertilizantes minerais para o próprio dendê. No entanto, Liwang (2003) recomenda cuidados na quantidade e frequência de aplicação do POME, de modo a se conseguir um bom benefício financeiro e não causar danos ao meio ambiente.

Ferreira e Botelho (2002) estudaram o efeito da aplicação do efluente da agroindústria do dendê sobre as características químicas de um latossolo amarelo álico e textura média, em Igarapé-Açu, PA, e concluíram que a matéria orgânica contida no efluente e adicionada ao solo, pela aplicação de diversas doses, tenha sido fator decisivo na redução dos teores de alumínio trocável e aumento do fósforo solúvel. Ademais, o efluente pode ser utilizado como um adubo orgânico, pois sua aplicação no solo em doses adequadas melhora as suas propriedades químicas, aumentando a fertilidade.

A quantidade de POME produzida depende do modelo de processamento de cada usina. Geralmente, se trabalha com uma produção de 0,67 t de POME fresco por tonelada de cff processado (REDSHAW, 2003).

O conteúdo de nutriente é bastante variável (CHAN et al. 1981; MA et al. 1996; FERREIRA et al. 1998). Ferreira et al. (1998) estudaram a equivalência entre o POME natural e o POME centrifugado e seus correspondentes em adubo químico (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7. Quantidade equivalente de adubos químicos contidos em um metro cúbico de efluente natural.

| Adubo | Quantidade kg/m ³ |
|--|---------------------------------|
| Cloreto de Potássio (60% K ₂ O) | 2,3 |
| Sulfato de Magnésio (16% MgO) | 3,5 |
| (13% S) | 1,3 |
| Carbonato de Cálcio (50% CaO) | 1,0 |
| | g/m³ |
| Uréia (45% N) | 62,2 |
| Superfosfato triplo (45% P ₂ O ₅) | 68,7 |
| Borax (11% B) | 22,7 |
| Sulfato Ferroso (20% Fe) | 295,0 |
| Sulfato de Cobre (24% Cu) | 4,2 |
| Sulfato de Manganês (25% Mn) | 9,2 |
| Sulfato de zinco (21% Zn) | 6,2 |

Liwang (2003) cita vários problemas que precisam ser resolvidos para melhor indicação do uso do POME.

- Qual o método mais eficiente na aplicação para a fertirrigação?
- Qual a melhor ou ideal quantidade a ser aplicada/ha/ano?
- Como monitorar para minimizar ou tentar diminuir as possíveis contaminações?
- Usar todo POME no processo de compostagem, misturando-o com os engaços?

Tabela 8. Quantidade equivalente de adubos químicos contidos em um metro cúbico de efluente centrifugado.

| Adubo/Calcário | Fase Sólida | | Fase Líquida |
|--|-------------------|---------------------|---------------------|
| | kg/t de peso seco | kg/t de peso fresco | |
| Cloreto de Potássio (60% K ₂ O) | 4,5 | 0,9 | 4,7 |
| Calcário (50% CaO) | 11,2 | 2,2 | 8,4 |
| Sulfato de Magnésio (16% MgO) | 10,4 | 2,1 | 37,5 |
| | g/t de peso seco | g/t de peso fresco | (g/m ³) |
| Sulfato de Cobre (24%Cu) | 86,7 | 17,3 | 20,8 |
| Sulfato de Manganês (25% Mn) | 58,4 | 11,7 | 112,0 |
| Sulfato de zinco (21% Zn) | 31,4 | 6,3 | 31,4 |

Torta de amêndoas

Também conhecida como torta de palmiste é um subproduto resultante da extração do óleo da amêndoa do dendê ou palmiste. Usada quase que na sua totalidade na alimentação animal, principalmente de bovinos, possui alto conteúdo de fibra, teor de proteína bruta de 14% a 15% e digestibilidade da matéria orgânica de 50% a 60%. Apresenta de 3% a 5% de óleo residual de palmiste, cerca de 11% de água, 48% de carboidratos e 4% de cinzas. Noël (2003) classifica a torta de palmiste como bastante competitiva na alimentação animal, em virtude da quantidade de óleo residual que possui.

No Brasil, várias pesquisas têm sido desenvolvidas, buscando diversificar o uso da torta de palmiste. Rodrigues Filho et al. (1999) mostraram que a torta produzida no Pará é um alimento que pode ser incorporado aos sistemas de produção da região, mas alertam sobre a variabilidade da composição química. Esses mesmos autores testaram níveis de torta de dendê em substituição ao farelo de trigo no consumo voluntário e digestibilidade de concentrados utilizando ovinos deslançados, e concluíram que os níveis de substituição de farelo de trigo por torta de dendê nos concentrados influenciaram nos dados de consumo voluntário. No entanto, os coeficientes de digestibilidade não foram influenciados pelos níveis de substituição do farelo de trigo por torta de dendê, indicando que é possível substituir em alimentos concentrados 60% do farelo de trigo por torta de amêndoa de dendê.

O uso de torta de dendê, como componente de suplementos no acabamento de ovinos, tem se mostrado como boa alternativa na região Nordeste Paraense, em substituição parcial a outros alimentos, em virtude da considerável disponibilidade, reduzindo os custos com alimentação nos sistemas de produção (RODRIGUES FILHO et al. 1998).

Silva et al. (2005) avaliando a digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas contendo torta de dendê, utilizada na substituição parcial de concentrado à base de milho e farelo de soja, na alimentação de cabras lactantes, concluíram a viabilidade de dietas contendo 30% de torta de dendê.

Ao avaliar a qualidade nutricional da torta de dendê, em dietas isoprotéicas e isoenergéticas, no desempenho produtivo de tilápia-do-nilo, Oliveira et al. (1997) concluíram que a inclusão da torta de dendê em até 35% da dieta não afeta o desempenho produtivo desses animais.

Na Embrapa Amazônia Oriental, foram iniciados testes de suplementação alimentar de catetos ou catitus (*Tayassu tajacu*) utilizando uma mistura de torta de dendê com fibras do mesocarpo até a proporção de 40%. Na Papua Nova Guiné, uma companhia utiliza, com bons resultados, uma mistura de melaço de cana-de-açúcar com capim picado e torta de dendê na alimentação de gado bovino, e suplementa aves domésticas com torta de dendê (YEONG, 1985).

São raras as informações de uso da torta de dendê como adubo. Alguns resultados nada animadores foram obtidos na Papua Nova Guiné, usando 1.8 ton/ha de torta de dendê como cobertura/fertilizante orgânico em dendezeais adultos (ANNUAL...1996).

Uso da casca e da fibra do mesocarpo

As cascas representam, em média, 5% dos frutos do dendezeiro. Segundo Singh et al. (1989), por causa de seu alto poder calorífico (4401 kcal/kg e 20% de umidade) são bastante utilizadas como combustível. Outro uso bastante comum é como “mulching” nos sacos de mudas. Esta prática reduz a lavagem do solo e perda de fertilizantes durante as irrigações, diminui o crescimento das ervas daninhas e mantém a umidade do solo nos sacos.

A fibra do mesocarpo é usada em todas as plantas extratoras como combustível, na sua totalidade. Representa, aproximadamente, 12% do cacho de fruto fresco, com um poder calorífico acima de 2600 kcal/kg, seu conteúdo de voláteis em base seca se aproxima de 81%, com umidade variando de 15% a 30%. Os percentuais de óleo residual, em base seca, podem variar de 8% a 18%.

Ferreira et al. (1998) analisaram a fibra do mesocarpo para alguns elementos e concluíram que ela pode ser usada como adubo orgânico, fornecendo ainda boa quantidade de nutrientes. Na Tabela 9, é mostrada a equivalência em adubo de uma tonelada de fibra da polpa do dendê ou fibra do mesocarpo.

Tabela 9. Equivalência em adubo de uma tonelada de fibras do mesocarpo.

| Adubo | Quantidade | |
|--|-------------------|---------------------|
| | kg/t de peso seco | kg/t de peso fresco |
| Uréia (45% N) | 26,9 | 9,0 |
| Superfosfato triplo (45% P ₂ O ₅) | 9,7 | 3,2 |
| Cloreto de Potássio (60% K ₂ O) | 9,4 | 3,1 |
| Sulfato de Magnésio (16% MgO) | 18,2 | 6,1 |
| (13% S) | 8,5 | 2,8 |
| Carbonato de Cálcio (50% CaO) | 21,1 | 7,0 |
| Sulfato Ferroso (20% Fe) | 2,1 | 0,7 |
| | g/t de peso seco | g/t de peso fresco |
| Borax (11% B) | 151,1 | 50,4 |
| Sulfato de Cobre (24% Cu) | 95,8 | 31,9 |
| Sulfato de Manganês (25% Mn) | 101,2 | 33,7 |
| Sulfato de zinco (21% Zn) | 93,8 | 31,3 |

Fonte: Ferreira et al. (1998).

Considerações Finais

O aproveitamento dos subprodutos e dos resíduos da agroindústria do dendê tem tido ultimamente tratamento diferenciado por parte de industriais, pesquisadores e agricultores. Todos reconhecem os benefícios agrônômicos e econômicos do uso desses materiais, bem como a melhoria ambiental com o seu manejo adequado. A determinação do ponto ótimo de utilização desses recursos ainda deve ser buscada, principalmente em relação ao uso do POME.

Questões ainda são levantadas sobre a reciclagem ou remoção, no sentido de aproveitamento, observando a relação custo/benefício, o lado ambiental e como se desfazer dos resíduos, tais como:

- Por quanto tempo a sustentabilidade do ciclo de cultivo pode ser prolongada com a aplicação desses recursos?
- Qual a quantidade a ser reciclada? Observar sempre a relação custo/benefício.
- Qual a quantidade a ser transformada em energia própria para o sistema? Observar sempre a relação custo/benefício.

Outras estão praticamente equacionadas e permitem indicações, como:

- As folhas podadas são parte importante no ciclo de nutrientes de dendezeiros adultos.
- Os engaços produzidos são suficientes para atender em nutrientes, no todo ou em grande parte, as áreas de plantios de dendezeiros em vários estádios, como fase jovem, de início de produção e de produção ascendente, no período de 0 a 6 anos, ou 10% de um plantio adulto.
- As áreas a serem atendidas com engaços dependem da distância das usinas, tipo de solo, idade das palmeiras e teor de nutrientes nas folhas.
- Os engaços podem ser aplicados, anualmente, em plantios jovens.
- Não se recomenda a aplicação de mais de 75 t/ha de engaços em plantios adultos e a distribuição deve ser bem uniforme.
- A complementação com fertilizantes químicos deve sempre estar baseada nas análises de solo e folhas.
- A aplicação do POME puro não é recomendada.
- A produção de composto de engaços pode reduzir em até 70% o volume desse material, diminuindo os custos de aplicação.

- O tempo de compostagem dos engaços pode ser reduzido em 70% quando se utiliza o processo aeróbio por revolvimento de massa.
- O composto de engaços, ademais de fornecer quantidades consideráveis de nutrientes, atua ainda como condicionador do solo, melhorando as características físicas, agindo também em processos químicos, promovendo a diminuição do teor de alumínio trocável e modificando o pH em processos biológicos.
- A aplicação de composto de engaços diminui o uso de fertilizantes inorgânicos.
- A produção de composto de engaços mais POME pode levar as empresas a praticamente eliminar a descarga de efluentes.
- A cinza de caldeira tem potencial para ser utilizada como adubo e características de corretivo de acidez do solo.
- A torta de dendê pode ser utilizada como suplemento alimentar animal e viabilizar a formulação de rações com produtos regionais, reduzindo os custos dos sistemas de produção.
- Possuindo um razoável percentual de óleo residual, a torta de dendê é bastante competitiva pelo fornecimento de energia.
- Existência de disponibilidade de torta de dendê durante todo ano, em grandes quantidades.
- As cascas e as fibras do mesocarpo são importantes fontes de geração de energia própria para as usinas extratoras.

Referências

AGRIANUAL: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2006. 504p.

ANNUAL Report. Bah Lias Research Station. 1998. v.1, 219p.

ANNUAL Research Reports of Papua New Guinea Oil Palm Research Association. Kimbe, West New Britain, 1996.

BASIRON, Y.; DARUS, A. The oil palm industry-from pollution to zero waste. **The Planter**, v. 72, n. 840, p.141-165, 1996.

CHAN, K. W.; WATSON, I.; LINK, C. Use of oil palm waste material for increased production. In: CONFERENCE ON SOIL SCIENCE AND AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN MALAYSIA. **Proceedings**. Kuala Lumpur, 1981. p. 213-242.

COMPOSTING: more effective use of palm oil mill by-products. **BUROTROP Bulletin**, Montpellier, n.19, p.37, fev.2003.

CORLEY, R. H. V.; GRAY, B. S.; Ng, S. K. Productivity of the oil palm(*Elaeis guineensis* Jacq.) in Malaysia. **Experimental Agriculture**, n.7, p.129-136,1971.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Manejo sustentado da fertilidade de um latossolo da Amazônia central sob cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.607-616, 1997.

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S. M. **Efeito da aplicação do efluente da agroindústria do dendê sobre as características químicas de um latossolo amarelo álico, textura média**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 26p.(Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 11).

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S. M.; VILAR, R. R. L. **Composição química dos subprodutos da agroindústria do dendê**. Belém, PA: Embrapa – CPATU: Palmasa, 1998. 18p (Embrapa – CPATU. Documentos, 119).

FURLAN JÚNIOR, J.; MÜLLER, A. A. **A agricultura familiar e a dendeicultura na Amazônia**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. Não paginado.

FURLAN JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, R. F. de.; TEIXEIRA, L. B. **Compostagem de engaços de dendê em processo de revolvimento mecanizado.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 3p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 156).

FURLAN JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F. de; DANTAS, R. **Compostagem de engaços de dendê em processo natural.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental: Palmasa, 2003.

FURLAN JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F. de. **Sistema de cobertura morta utilizando cachos vazios de dendê em dendezaís e sua economicidade.** Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1998. p.4 (Embrapa-CPATU. Comunicado técnico, 81).

FURLAN JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, L.; OLIVEIRA, R. F. de. **Uso de engaços como fonte de nutrientes na cultura do dendezeiro.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 13 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular técnica, 8).

GOH, K. J.; HÄRDTER, R. General oil palm nutrition. In: FAIRHURST, T.; HÄRDTER, R. (Ed.). **Oil palm: management for large and sustainable yields.** Singapore: PPI: PPIC; Basel: IPI, 2003. p. 191-230.

GONÇALVES, J. L. de M.; MORO, L. Uso da "cinza" de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, Piracicaba, n. 48/49, p. 28-37, jan./dez. 1995.

HORNUS, P.; NGUIMJEU, E. Use of empty bunches for fertilization in oil palm plantations. **Oléagineux**, v.47, p. 250-254, 1992.

HUSIN, M.; HJ. HASSAN, A. H.; MOHAMMED, A. T. **Availability and potencial utilisation of oil palm trunks and fronds up to the year 2000.** Kuala Lumpur: Palm Oil Research Institute of Malaysia, 1986. p.17 (PORIM. Occasional Paper, n. 20).

JACQUEMARD, J. C. **Le palmier à huile.** Paris: [s. n.], 1995. 207 p. (Le Technicien D'Agriculture Tropicale, 33).

KEE, K. K.; CHEW, P. S. Nutrients recycled from pruned fronds in mature oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). In: INTERNATIONAL PLANT NUTRITION COLLOQUIUM, 13., 1997, Tokyo. **Poster paper.**

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. 3. ed. Piracicaba: E. J. Kiehl, 2002. 171 p.

LIM, K. C.; CHAN, K. W. Towards optimizing empty fruit bunches application in oil palm. In: PORIM INTERNATIONAL PALM OIL DEVELOPMENT CONFERENCE, Kuala Lumpur, Malaysia, 1990. p.235-242.

LIM, K. C. Trials on composting EFB of oil palm with and without prior shredding and liquid extraction. In: PORIM. INTERNATIONAL PALM OIL DEVELOPMENT CONFERENCE. Kuala Lumpur, Malaysia, 1990. p.217-224.

LIWANG, T. Spotlight on PT SMART. Palm oil mill effluent management. **BUROTROP Bulletin**, Montpellier, n.19, p.38, fev. 2003.

LORD, S.; HOARE, M. K.; THOMPSON, N. M. Composting for zero discharge – NBPOL's solution. In: INTERNATIONAL OIL PALM CONFERENCE AND EXHIBITION. Bali, Indonesia, 2002. p.11.

MA, A. N.; TAJIMA, Y.; ASAH, M.; HANIF, J. A novel treatment process for palm oil mill effluent. **PORIM Technology**, n.19, p.8, 1996.

MOHD HASHIM, T.; YEOW, K. H. Effect of frond removal on fresh fruit bunches production. **PORIM Workshop Proceedings**, n.11, p.227-240, 1987.

NÖEL, J.M. Products and by-products. **BUROTROP Bulletin**, Montpellier, n.19, p.8, fev. 2003.

OLIVEIRA, A. C. B. de; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; PEZZATO, A. C.; SILVEIRA, A. C. Torta de dendê em dieta para tilápia-do-nylo: Desempenho produtivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n.4, p.1-2, abr. 1997.

OLIVEIRA, R. F. de; FURLAN JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, L. B. **Composição química de cinzas de caldeira da agroindústria do dendê**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 4p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 155).

OLIVEIRA, R. F. de; GALVÃO, E. U. P. **Alterações da fertilidade do solo cultivado com milho e caupi submetidos à calagem e adubação química, em Irituia - PA**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 26p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa, 13).

PRADO, R. M.; CORRÊA, M. C. de M.; NATALE, W. Efeito da indústria de cerâmica no solo e na nutrição de mudas de goiabeira. **Acta Scientiarum**, v.24, p. 1493 – 1500, 2002.

REDSHAW, M. Utilization of field residues and mill by-products. In: FAIRHURST, T.; HÄRDTER, R. (Ed.). **Oil Palm: management for large and sustainable yields**. Singapore: PPI: PPIC; Basel: IPI, 2003. p. 307-320.

RODRIGUES FILHO, J. A.; CAMARÃO, A. P.; AZEVEDO, G. P. C.; BRAGA, E. **Efeito da substituição do farelo de trigo por torta de amêndoa de dendê no consumo voluntário e digestibilidade de misturas suplementares para ruminantes**. Belém, PA: Embrapa - CPATU, 1998. 15p. (Embrapa - CPATU, Boletim de pesquisa, 190).

RODRIGUES FILHO, J. A. A.; CAMARÃO, A. P.; AZEVEDO, G. P. C.; BRAGA, E. **Efeito da proporção de casca de semente na composição química da torta de amêndoa de dendê**. Belém, PA: Embrapa - CPATU, 1999. p.1-4 (Embrapa -CPATU. Comunicado técnico, 1).

ROSENANI, A. B.; BASRAN, R. D.; ZAHARAH, A. R.; ZAUYAH, S. A lysimetric study on the effect of N and P fertilizer application on decomposition and nutrient release of oil palm empty fruit bunches. **PORIM Bulletin**, v.32, p.1-11, 1996.

SANTOS, J. A.G. Avaliação do potencial corretivo da cinza, oriunda de biomassa vegetal, comparada ao calcário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25. **Resumos expandidos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Universidade Federal de Viçosa, 1995. v.2, p.1148-1150.

SCHUCHARDT, F.; DARNOKO, D.; GURITNO, P. Composting of empty oil palm fruit bunch (EFB) with simultaneous evaporation of oil mill waste water. IOPRI. INTERNATIONAL OIL PALM CONFERENCE AND EXHIBITION. Bali, Indonesia, 2002. p. 9.

SILVA, F. C. da. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SILVA, H. G. de O.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. da; VELOSO, C. M.; CARVALHO, G. G. P. de; CEZÁRIO, A. S.; SANTOS, C.C. Digestibilidade aparente de dietas contendo farelo de cacau ou torta de dendê em cabras lactantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 4, p.405-411, abr. 2005.

SINGH, G. **Management and utilisation of oil palm by-products**. Kuala Lumpur, Malaysia: PORIM,1994. p. 19-48.

SINGH, G.; MANOHARAN, S.; SAN, T. T. United plantations approach to palm oil mill by-product management and utilization. In: PORIM INTERNATIONAL PALM OIL CONFERENCE, 1989. **Proceedings**. [S.l.: s.n.], 1989, p. 225-234.

SIREGAR, F. A.; SALETES, S.; CALIMAN, J. P.; LIWANG, T. Empty fruit bunch compost: Processing and utilities. IOPRI. INTERNATIONAL OIL PALM CONFERENCE AND EXHIBITION. Bali, Indonesia, 2002. p. 9.

SOLANO, G. R. **Principales sub-productos de las plantas extractoras de aceite**. [S.l.:s.n.] 1984.

TEIXEIRA, L. B.; FURLAN JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, R. F. de ; BASTOS, J. B. **Pesquisas sobre o uso de engaço de dendê em dendezeiros adultos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 24p.(Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 71).

TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F. de; FURLAN JÚNIOR, J.; CAMPOS, P. I. de F.; GERMANO, V.L.C. **Compostagem com lixo orgânico e resíduos de agroindústria do açaí**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: Albrás, 2006. 85 p.

TOH, P. Y.; POON, Y. C.; YEOW, K. H. Bunch ash as a nutrient source in oil palms. In: NATIONAL WORKSHOP ON OIL PALM BY-PRODUCT UTILISATION, 1981, Kuala Lumpur, Malaysia. **Proceedings**. Kuala Lumpur: PORIM, ISP, 1981. p.135-139.

VEIGA, A.S.; SINIMBU, S. do E. S.; RAMOS, E. J. A. **Sistema de adubação do dendezeiro por reposição de nutrientes exportados pelo cacho**. Belém, PA: Denpasa, 2001. 30 p.

YEONG, S. W. Palm oil by-products as feeds for poultry. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON OIL PALM BY-PRODUCTS FOR AGROBASED INDUSTRIES, 1985, Kuala Lumpur, Malaysia. **Proceedings...** Kuala Lumpur: PORIM, 1987. p. 175-186.

Embrapa

Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

