

06939

CPATU

1998

FL-06939

isa

ISSN 0100-8102

Ministério da
Agricultura e do
Abastecimento

Dezembro, 1998

Número, 198

RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DO DENDÊ: CARACTERIZAÇÃO E EQUIVALÊNCIA EM FERTILIZANTES

Resíduos da agroindústria do
1998 FL-06939



31751-1



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro

Francisco Sérgio Turra

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Elza Angela Battaglia Brito da Cunha

José Roberto Rodrigues Peres

Chefia da Embrapa Amazônia Oriental

Emanuel Adilson Souza Serrão – Chefe Geral

Jorge Alberto Gazel Yared – Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Antonio Carlos Paula Neves da Rocha – Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio

Antonio Ronaldo Teixeira Jatene – Chefe Adjunto de Administração

ISSN 0100-8102

Boletim de Pesquisa Nº 198

Dezembro, 1998

**RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DO
DENDÊ: CARACTERIZAÇÃO E EQUIVALÊNCIA
EM FERTILIZANTES**

Waldemar de Almeida Ferreira
Sonia Maria Botelho
Roberto Robson Lopes Vilar

Embrapa



Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n

Telefones: (091) 246-6653, 246-6333

Telex: (91) 1210

Fax: (091) 226-9845

e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br

Caixa Postal, 48

66095-100 - Belém, PA

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações

Leopoldo Brito Teixeira - Presidente

Antonio de Brito Silva

Expedito Ubirajara Peixoto Galvão

Joaquim Ivanir Gomes

Oriel Filgueira de Lemos

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

Célia Maria Lopes Pereira

Maria de N. M. dos Santos - Secretária Executiva

Revisores Técnicos

Emanuel de Souza Cruz - Embrapa-CPATU

Ilton Morais - FCAP

Expediente

Coordenação Editorial: Leopoldo Brito Teixeira

Normalização: Célia Maria Lopes Pereira

Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos

Moacyr Bernardino Dias Filho (texto em inglês)

Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S.M.; VILAR, R.R.L. Resíduos da agroindústria do dendê: caracterização e equivalência em fertilizantes. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 22p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 198).

1. Dendê - Resíduo - Composição química. 2. Adubo orgânico. I. Botelho, S.M., colab. II. Vilar, R.R.L., colab. III. Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). IV. Título. V. Série.

CDD: 631.87

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA DO DENDÊ: CARACTERIZAÇÃO E EQUIVALÊNCIA EM FERTILIZANTES¹

Waldemar de Almeida Ferreira²
Soniá Maria Botelho³
Roberto Robson Lopes Vilar³

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a composição química dos resíduos da agroindústria do dendê para serem empregados como adubo orgânico. As amostras foram coletadas na fábrica Dentauá S/A, em Santo Antônio do Tauá, PA e Palmasa S/A, em Igarapé-Açu, PA. Todos os resíduos apresentaram conteúdos elevados de macronutrientes, principalmente potássio e nitrogênio e de alguns micronutrientes. Calculou-se sua equivalência em fertilizantes, observando-se que um metro cúbico do efluente, uma tonelada de cachos e uma tonelada de fibras foram equivalentes, respectivamente a 62,2 g, 21,8 kg e 26,9 kg de uréia (45% N); 68,7 g, 5,6 kg e 9,7 kg de superfosfato triplo (45% P₂O₅); 2,3 kg, 33,0 kg e 9,0 kg de cloreto de potássio (60% K₂O); 1,0 kg, 23,5 kg e 21,1 kg de carbonato de cálcio (50% CaO); 3,5 kg, 26,9 kg e 18,2 kg de sulfato de magnésio (16% MgO); 295,0 g, 2,1 kg e 2,1 kg de sulfato ferroso (20% Fe); 22,7 g, 137,9 g e 151,1 g de bórax (11 B); 4,2 g, 61,8 g e 95,8 g de sulfato de cobre (24% Cu); 9,2 g, 167,5 g e 101,2 g de sulfato de manganês (25% Mn) e 6,2 g, 133,1 g e 93,8 g de sulfato de zinco (21% Zn). Estes resultados mostram que os resíduos de dendê podem ser utilizados como adubo orgânico, contribuindo para a redução das aplicações de adubo mineral que têm importante peso nos custos de manutenção das plantações de dendezeiro.

Termos para indexação: resíduo, efluente, engaços, dendê, óleo de palma, adubo.

¹Trabalho realizado em parceria com a Empresa Agroindustrial Palmasa S.A, Igarapé-Açu, PA.

²Quím.- Ind., M.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

³Eng.- Agr., M.Sc., Embrapa Amazônia Oriental.

THE OIL PALM INDUSTRY RESIDUES: CHARACTERIZATION AND FERTILIZERS EQUIVALENCE

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the chemical composition of residues of the oil palm industry to be used as organic manure. The samples were collected at DENTAUÁ, located in Santo Antônio do Tauá and Igarapé-Açu, State of Pará - Brazil. All the residues presented high contents of macronutrients, specially potassium and nitrogen and some micronutrients. The calculated fertilizers equivalence showed that one cubic metre of effluent, one ton of bunches and one ton of fibres were equivalent, respectively, to 62,2 g, 21,8 kg and 26,9 kg of urea (45% N), 68,7 g, 5,6 kg and 9,7 kg of triple superphosphate (45% P_2O_5), 2,3 kg, 33,0 kg and 9,0 kg of potassium chloride (60% K_2O); 1,0 kg, 23,5 kg and 21,1 kg of calcium carbonate (50% CaO); 3,5 kg, 26,9 kg and 18,2 kg of magnesium sulphate (16% MgO); 295 g, 2,1 kg and 2,1 kg of iron sulphate (20% Fe); 22,7 g, 137,9 g and 151,1 g of borax (11% B); 4,2 g, 61,8 g and 95,8 g of copper sulphate (24% Cu); 9,2 g, 167,5 g and 101,2 g of manganese sulphate (25% Mn); 6,2 g, 133,1 g and 93,8 g of zinc sulphate (21% Zn). These results showed that the oil palm residues can be used as organic manure, contributing to reduce the fertilizer applications, that is equivalent to 60% of the maintenance of oil palm plantations.

Index terms: residue, effluent, bunches, palm oil, organic manure.

INTRODUÇÃO

Dentre as culturas perenes, o dendezeiro, provavelmente é a mais promissora para substituir a floresta em áreas desmatadas da região amazônica. Isto porque o processo deve ser realizado de maneira tal, que o sistema implantado, além de atuar de modo semelhante à floresta, mantendo o equilíbrio ecológico, permita ao produtor auferir renda capaz de promover o sustento de sua família. Neste contexto, evidentemente, estão implícitas as condições edafoclimáticas da região, cujos ecossistemas típicos apresentam extrema fragilidade e cuja sustentabilidade depende da reciclagem natural de nutrientes, principalmente, quando se considera que a quase totalidade dos solos é de baixa fertilidade (Vieira et al. 1987; Falesi et al. 1967).

O Brasil é o terceiro maior produtor de dendê do continente americano, com cerca de 45 mil hectares de área plantada (Souza, 1996, Rocca, 1996), superado apenas pelo Equador, com 120 mil hectares e pela Colômbia, com 90 mil hectares (Barcelos, 1996). Estes autores citam uma produção nacional média de óleo, em 1995, de 97 mil toneladas, a qual, num processo com 21% de rendimento, permite uma estimativa da produção nacional de cachos de dendê, de cerca de 510.526,31 t. O Pará aparece como o maior produtor nacional, com 78.570 toneladas de óleo e 413.526,31 t de cachos, equivalentes a 81% da produção brasileira.

As usinas de beneficiamento de dendê, além do óleo, geram resíduos líquido (efluente ou Pome) e sólidos (cachos vazios e fibras do mesocarpo) em grande escala. Estes resíduos vão se acumulando e, pelas suas características, tornam-se uma constante ameaça de poluição ambiental. Além disso, causam transtornos aos empresários que se vêem obrigados a transformar seus pátios ou áreas próximas às usinas, em depósitos da parte sólida, e construir grandes lagoas, a céu aberto, para servirem de receptoras do efluente.

Por outro lado, esses resíduos apresentam em sua composição teores relativamente altos de nutrientes (Kanapathy et al. 1981; Lim et al. 1983; Yeow & Singh 1983), particularmente nitrogênio e potássio. Assim, um estudo completo sobre o seu retorno ao campo torna-se extremamente importante, devido à possibilidade de reduzir os custos de produção, pela diminuição das necessidades de fertilizantes químicos (Poon, 1984). Esta prática poderia também minimizar, ou até eliminar possíveis agressões ao meio ambiente, causadas por estes resíduos, posto que, ao encontrar uma destinação adequada para os mesmos, evita-se que o efluente seja indevidamente despejado nos cursos d'água e que os sólidos sejam acumulados em áreas próximas às usinas, com riscos de poluição do lençol freático.

O efluente, também conhecido por Pome (Palm Oil Mill Effluent), é produzido na razão de 0,6 m³ por tonelada de cachos processados, ou seja, sua taxa de produção é cerca de 65% a 70% de cada tonelada de cachos frescos de dendê processados (Studies..., 1984).

Esse resíduo é formado, principalmente, pela água condensada, usada no processo de esterilização dos cachos e clarificação do óleo, apresentando uma composição média de 95% de água, 4% de sólidos (orgânicos e minerais) e 1% de óleo de dendê. Possui, em média, uma demanda bioquímica de oxigênio de cerca de 20.000 ppm (Chan et al., 1983) e, sua análise química, segundo Ferreira et al. (1998), revelou que os nutrientes encontrados em maiores quantidades são potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

O cacho vazio, engaço ou vassoura é outro resíduo gerado na agroindústria do dendê. É produzido durante a debulha, logo após a esterilização dos cachos que chegam da lavoura, na proporção de 22 toneladas, para cada cem toneladas de cachos processados. Apresenta, em média, 66% de água e 34% de sólidos e, pela sua caracterização química, segundo Ferreira et al. (1998) e Hornus (1992), o potássio é o nutriente encontrado em maior quantidade, seguido do nitrogênio e do cálcio.

As fibras do mesocarpo, fibra da polpa ou simplesmente fibra do dendê constituem o resíduo sólido gerado durante o processo de cozimento e prensagem do fruto do dendê, apresentando, em média, 40% de água e 60% de sólidos (Hornus, 1992). Em sua composição química, o nutriente predominante em termos de quantidade, é o nitrogênio, seguido do cálcio e do potássio (Ferreira et al. 1998). Seu rendimento gira em torno de 12% sobre o peso de cachos processados. Desta forma, estima-se que em 1995, durante o processo de beneficiamento de dendê, as usinas de produção de óleo geraram, no Brasil, cerca de 61.263,16 toneladas de fibras, das quais, 49.623,16 toneladas foram produzidas apenas no Estado do Pará.

Este trabalho tem como objetivo principal, informar sobre o valor do fertilizante dos resíduos da agroindústria do dendê, visando estimular sua utilização para a preservação do meio ambiente, e redução nos custos de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos foram coletados na empresa Agroindustrial Palmasa S/A, localizada no município de Igarapé-Açu e Dentauá no município de Santo Antonio do Tauá, localizadas respectivamente na mesorregião nordeste paraense e mesorregião de Belém.

As amostragens dos cachos vazios e das fibras do mesocarpo foram feitas logo após serem gerados na indústria. Retiraram-se ao acaso, depois do debulhamento, três cachos, que foram acondicionados em sacos de polietileno e imediatamente transportados para o laboratório, onde foram segmentados em diversas partes, para facilitar a secagem em estufa de circulação de ar forçada, durante 72 horas, a 70°C. Depois de secos foi retirada uma amostra de cada segmento dos cachos, misturadas e moldas em moinho tipo Wiley, através de peneira de malhas 20 mesh.

Para coleta das fibras, retiraram-se amostras simples de diversos pontos do lote armazenado no pátio coberto da fábrica, de modo a formar uma amostra composta, de aproximadamente 2 kg. O material foi acondicionado em saco de plástico e conduzido imediatamente ao laboratório. Em seguida, procedeu-se a secagem e a moagem, conforme descrito para as amostras de cachos vazios.

O efluente ou POME foi coletado na lagoa de fermentação, a aproximadamente 15 cm abaixo da crosta sobrenadante do óleo de dendê, por gravidade, através de tubos de PVC. Foram coletadas diversas amostras simples em vários pontos da lagoa, as quais foram misturadas e homogeneizadas. Em seguida, foi separado um volume de aproximadamente um litro da mistura e encaminhado ao laboratório, onde foi colocado em refrigerador, até o momento da análise.

No laboratório, as amostras compostas de cada resíduo foram analisadas com três repetições e os resultados expressam as respectivas médias.

A metodologia de análise, segundo Sarruge & Haag (1974), foi a mesma para todos os resíduos. Utilizou-se a digestão nítrico-perclórica para a extração de todos os nutrientes, exceto para o nitrogênio, em que a oxidação da matéria orgânica foi feita com ácido sulfúrico, na presença de catalizadores.

O nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl; o fósforo, por colorimetria, utilizando-se o método do vanadato-molibdato de amônio. O potássio foi dosado por fotometria de chama, enquanto o cálcio, o magnésio, o cobre, o ferro, o manganês e o zinco foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. O enxofre foi determinado por turbidimetria e, o boro, por colorimetria, pelo método da curcumina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentada a caracterização completa do efluente. Os dados permitem classificá-lo como um fertilizante orgânico potássico (1.157g/m^3), em potencial, que contém ainda teores significativos de nitrogênio (28 g/m^3), fósforo ($13,5\text{ g/m}^3$), enxofre (166 g/m^3) e, em menores quantidades, cobre, ferro, zinco e manganês, o que torna sua composição química, em grande parte, semelhante à da vinhaça, resíduo resultante das usinas de álcool e açúcar (Almeida, 1953; Luisi, 1979; Resende, 1979). Observa-se, também, que o mesmo apresenta teor de sódio (970 g/m^3) quase tão elevado quanto o do potássio. Este fato exige que, por ocasião de sua utilização como fertilizante, as áreas tratadas sejam permanentemente monitoradas, para prevenir uma possível salinização dos solos, em particular, quando apresentam textura arenosa (Ferreira, 1980). No entanto, na região amazônica, pelo elevado índice pluviométrico, esta possibilidade torna-se bastante reduzida, devido à lixiviação de íons trocáveis, dentre os quais o próprio sódio.

TABELA 1. Caracterização química dos resíduos gerados na agroindústria do deudê.

Nutrientes	POME ou efluente	Resíduos			
		Engaços ou cachos vazios		Fibras	
		Matéria seca	Matéria fresca	Matéria seca	Matéria fresca
	-----(g/m^3)-----	-----(kg/t)-----			
Nitrogênio (N)	28,0	9,8	3,30	12,1	7,3
Fósforo (P)	13,5	1,1	0,37	1,9	1,1
Potássio (K)	1.157,0	16,4	5,60	4,7	2,8
Cálcio (Ca)	365,0	8,4	2,90	7,6	4,6
Magnésio (Mg)	335,0	2,6	0,90	1,8	1,1
Enxofre (S)	166,0	1,1	0,40	1,1	0,7
Sódio (Na)	970,0				
Boro (B)	2,5	15,2	5,20	16,6	10,0
Cobre (Cu)	1,0	15,1	5,10	23,0	13,8
Manganês (Mn)	2,3	41,9	14,20	25,3	15,2
Ferro (Fe)	59,0	430,8	146,50	415,8	249,5
Zinco (Zn)	1,3	28,0	9,50	19,7	11,8

De acordo com Chan et al. (1983) e Lim et al. (1983), para cada tonelada de cachos processados são produzidas 62 toneladas de Pome ou $0,6\text{m}^3$ por tonelada de cachos de dendê beneficiados. Estes dados correspondem a 0,67 tonelada de Pome gerada, por tonelada de cachos processada, conforme observado no acompanhamento de usinas, com capacidades de processamento de cachos variando de 10, 20, 30, 40 e 60 t/hora (Studies... 1984).

Considerando-se a produção nacional de 510.526,31 t de cachos e a produção paraense de 413.526,31 t de cachos, foi estimado que, no Brasil e no Pará foram gerados no processo de beneficiamento de dendê, apenas no ano de 1995, respectivamente, 316.526,31 t e 256.386,31 t de Pome.

Com base nesses dados e na caracterização química do Pome (Tabela 1), calculou-se a equivalência em adubo químico, de 1 m^3 do efluente, a qual é mostrada na Tabela 2. Os resultados indicam que cada metro cúbico deste resíduo corresponde a 2,3 kg de cloreto de potássio (60% K_2O); 3,5 kg de sulfato de magnésio (16% MgO); 1 kg de carbonato de cálcio (50% CaO); e 62,2g de uréia (45% N); 68,7g de superfosfato triplo (45% P_2O_5); 22,7g de bórax (11% B), além de sulfato ferroso, sulfato de cobre, sulfato de manganês e sulfato de zinco em menores quantidades.

A equivalência em adubo químico de 1 m^3 ou 1 t de Pome e suas respectivas produções nacional e regional, estimadas a partir do óleo produzido e dos cachos processados em 1995, permitiram que se determinasse a quantidade de adubo químico, em toneladas, contida no resíduo (Tabela 3). Os dados mostram que, somente nesse ano foram geradas, pela produção de Pome, no Brasil e no Pará, respectivamente, 19,8 t e 15,9 t de uréia; 21,8 t e 17,6 t de superfosfato triplo; 728,0 t e 589,7 t de cloreto de potássio; 316,5 t e 256,9 t de carbonato de cálcio; 1.107,8 t e 897,4 t de sulfato de magnésio; 7,2 t e 5,8 t de bórax, além de quantidades significativas de sulfato ferroso e dos sulfatos de cobre, de manganês e de zinco.

TABELA 2. Equivalência em adubo químico de 1 m³ de efluente, 1 t de cachos vazios e 1 t de fibras.

Adubo	Resíduos				
	Pome ou efluente	Engaços ou cachos vazios		Fibras da poda	
		Matéria seca	Matéria fresca	Matéria seca	Matéria fresca
	---(kg/m ³)---	---(kg/t)---			
Cloreto de potássio (60% de K ₂ O)	2,3	33,0	11,2	9,4	5,6
Sulfato de magnésio (16% de MgO)	3,5	26,9	9,2	18,2	10,9
(11% de S)	1,3	8,5	2,9	8,5	5,1
Carbonato de cálcio (50% de CaO)	1,0	23,5	8,0	21,1	12,7
	---(g/m ³)---	---(kg/t)---			
Uréia (45% de N)	62,2	21,8	7,4	26,9	16,1
Superfosfato triplo (45% de P ₂ O ₅)	68,7	5,6	1,9	9,7	5,8
Sulfato ferroso (20% de Fe)	295,0	2,1	0,7	2,1	1,3
		---(g/t)---			
Bórax (11% de B)	22,7	137,9	46,89	151,1	90,7
Sulfato de cobre (24% de Cu)	4,2	61,8	21,01	95,8	57,5
Sulfato de manganês (25% de Mn)	9,2	167,5	56,90	101,2	60,7
Sulfato de zinco (21% de Zn)	6,2	133,1	45,30	93,8	58,3

TABELA 3. Quantidade⁽¹⁾ equivalente de adubo químico, em toneladas, contida nos diversos resíduos da agroindústria do dendê, estimada com base na composição química e na produção de cachos vazios, fibras e efluentes, no Brasil e no Pará, em 1995.

Adubo	Cachos vazios		Fibras		Efluente (POME)	
	Brasil	Pará	Brasil	Pará	Brasil	Pará
	(t)				(m ³)	
Uréia (45% de N)	832,5	674,3	988,9	800,9	19,8	16,9
Superfosfato triplo (45% de P ₂ O ₅)	213,9	173,2	356,5	288,8	21,8	17,6
Cloreto de potássio (60% de K ₂ O)	1.260,2	1.020,8	345,5	279,9	728,0	589,7
Carbonato de cálcio (50% de CaO)	897,4	726,9	775,6	279,9	316,5	256,9
Sulfato de magnésio (16% de MgO)	1.027,2	832,0	669,0	641,1	1.107,8	897,4
(13% de S)	324,6	262,9	312,4	253,1	411,5	333,3
Bórax (11% de B)	5,3	4,3	5,6	4,5	7,2	5,8
Sulfato ferroso (20% de Fe)	80,2	64,9	77,2	62,5	93,4	75,6
Sulfato de cobre (24% de Cu)	2,3	1,9	3,5	2,9	1,3	1,1
Sulfato de manganês (25% de Mn)	6,4	5,7	3,7	3,0	2,9	2,4
Sulfato de zinco (21% de Zn)	5,1	4,1	3,4	2,8	2,0	1,6

⁽¹⁾Calculada com base no peso fresco dos cachos vazios e das fibras.

Os resultados da caracterização química dos cachos vazios, com base no peso das matérias seca e fresca, mostrados na Tabela 1, revelaram para uma tonelada do resíduo seco, 9,8 kg de nitrogênio; 1,1 kg de fósforo; 16,4 kg de potássio; 8,4 kg de cálcio; 2,6 kg de magnésio; 1,1 kg de enxofre e 15,2 g de boro, além de cobre, ferro, zinco e manganês, em quantidades bastante significativas. Para a matéria fresca, estes valores correspondem a cerca de 34% da matéria seca, considerando-se que os cachos vazios apresentaram cerca de 66% de água em sua constituição.

Estes dados mostram que neste resíduo, da mesma maneira que ocorreu com o efluente, o potássio é o nutriente que se apresenta em maior quantidade, com 16,4 kg por tonelada de matéria seca de cachos vazios, valor este, 70% superior ao do nitrogênio (9,8 kg de N /t) e 100% maior que os 8,4 kg de cálcio, contidos em cada tonelada de cacho vazio. Por esta razão, pode-se considerar que também o cacho vazio seja um fertilizante orgânico, potássico em potencial, com elevados teores de cálcio e nitrogênio apresentando, assim, excelentes características para ser utilizado na adubação do dendezeiro. Tal uso propiciaria o retorno de nutrientes para a área de plantio, reduzindo custos de produção, tanto pela economia na aquisição de fertilizantes como pelo provável aumento de produtividade das plantas.

Com base nos dados de produção nacional e regional de cachos de dendê, no ano de 1995, e no rendimento em cachos vazios na indústria, que é cerca de 22% da quantidade total de cachos processados, estima-se que, apenas nesse ano, as usinas de óleo de dendê produziram no Brasil 112.315,78 t de cachos vazios frescos, dos quais 90.975,79 t foram geradas apenas no Estado do Pará.

Utilizando procedimentos semelhantes ao adotado para o efluente, os dados de produção foram relacionados aos de caracterização química do cacho, para calcular a equivalência em adubo químico por tonelada de cachos vazios seco e fresco (Tabela 2), bem como, a equivalência em adubo químico correspondente à produção nacional e estadual de cachos vazios frescos de dendê (Tabela 3).

Os dados (Tabela 2) mostram que 1 t de cachos vazios, seco e fresco, respectivamente, equivale a 21,8 e 7,4 kg de uréia (45% N); 5,6 e 1,9 kg de superfosfato triplo (45% P_2O_5); 33 e 11,2 kg de cloreto de potássio (60% K_2O); 26,9 e 9,2 kg de sulfato de magnésio (16% MgO); 23,5 e 8,0 kg de calcário (50% CaO); 2,1 e 0,7 kg de sulfato ferroso (20% Fe); 137,9 e 46,0 g de bórax (11% B), além de quantidades razoáveis de sulfato de cobre, sulfato de manganês e sulfato de zinco.

Com relação à produção nacional e estadual de cachos de dendê no ano de 1995, os seus respectivos resíduos em cachos vazios, com base no peso da matéria fresca, foram equivalentes, respectivamente, para o Brasil e para o Estado do Pará, a 832,5 t e 674,3 t de uréia (45% de N); 213,9 t e 173,2 t de superfosfato triplo (45% de P_2O_5); 1.260,2 t e 1.020,8 t de cloreto de potássio (60% de K_2O); 897,4 t e 726,9 t de carbonato de cálcio (50% CaO); 1.027,2 t e 832,0 t de sulfato de magnésio (16% MgO); 5,3 t e 4,3 t de bórax (11% B). Além dos diversos adubos químicos mencionados, pode-se observar quantidades consideráveis de sulfato ferroso, sulfato de cobre, sulfato de manganês e sulfato de zinco (Tabela 3).

Baseado nestes resultados e no elevado custo dos adubos químicos na região, pode-se considerar que a não utilização dos cachos vazios, na adubação do dendezeiro, representa um grande desperdício de nutrientes que poderiam ser aproveitados pela cultura, com uma conseqüente perda de rentabilidade por parte do produtor.

Os teores dos principais nutrientes contidos na fibra, com base nos pesos das matérias seca e fresca, são mostrados na Tabela 1.

Da mesma maneira que ocorre com os demais resíduos, a fibra apresenta elevados teores de nutrientes por tonelada de matéria seca, destacando-se o nitrogênio com 12,1 kg, o fósforo com 1,9 kg, o potássio com 4,7 kg, o cálcio

cio com 7,6 kg, o magnésio com 1,8 kg e o enxofre com 1,1 kg. O teor de boro é bastante razoável (16,6 g/t), sendo significativos também os teores de cobre, ferro, manganês e zinco. Para este resíduo, os teores de nutrientes na matéria fresca correspondem a 60 % dos valores da matéria seca, considerando-se que as fibras contêm em sua composição 40 % de água. Observa-se que o nutriente predominante em termos de quantidade é o nitrogênio, o que permite considerá-lo como um adubo orgânico nitrogenado, bastante rico em macro e micronutrientes. Estes resultados indicam que este resíduo apresenta características que poderiam torná-lo capaz de substituir parcialmente a tradicional adubação química NPK, com a vantagem da adição simultânea de cálcio, magnésio e boro, além de outros nutrientes essenciais ao bom desenvolvimento das plantas.

Assim, conforme é mostrado na Tabela 2, cada tonelada de fibra seca e úmida produzida, contém respectivamente, de acordo com sua composição química (Tabela 1), o equivalente a 26,9 e 16,1 kg de uréia (45% N); 9,7 e 5,8 kg de superfosfato triplo (45% P_2O_5); 9,4 e 5,6 kg de cloreto de potássio (60% K_2O), 18,2 e 10,9 kg de sulfato de magnésio (16% MgO); 21,1 e 12,7 kg de carbonato de cálcio (50% CaO); 151,1 e 90,7 g de boro (11% B), além de sulfato de cobre, sulfato ferroso, sulfato de manganês e sulfato de zinco, em quantidades consideráveis.

Relacionando-se os teores contidos neste resíduo e a produção estadual e nacional, da mesma maneira que foi feito para o efluente e para os cachos vazios, calculou-se para as fibras, a correspondência em adubo químico, relativa à quantidade de cachos de dendê, em toneladas, processados no ano de 1995. Os resultados (Tabela 3) mostram, com base no peso da matéria fresca, uma equivalência para o Brasil e para o Pará, respectivamente, de 988,9 t e 800,9 t de uréia; 356,5 t e 288,8 t de superfosfato triplo; 345,5 t e 279,9 t de cloreto de potássio; 775,6 t e 279,9 t de carbonato de cálcio; 669,0 t e 541,1 t de sulfato de magnésio;

5,6 t e 4,5 t de bórax e quantidades variando entre 2,8 t e 3,7 t toneladas de sulfato de cobre, sulfato de manganês e sulfato de zinco.

Na Tabela 4 estão apresentadas as equivalências em adubo químico de todos os resíduos gerados no processo de beneficiamento do total de cachos, produzidos no ano agrícola de 1995.

TABELA 4. Quantidade equivalente de adubo químico, em toneladas, correspondentes ao somatório dos resíduos (efluentes, cachos vazios frescos e fibras) da agroindústria do dendê, no Pará e no Brasil.

Adubo	Quantidade	
	Brasil	Pará
Uréia (45% de N)	1.841,2	1.491,1
Superfosfato triplo (45% de P ₂ O ₅)	592,2	479,6
Cloreto de potássio (60% de K ₂ O)	2.333,7	1.890,4
Carbonato de cálcio (50% de CaO)	1.989,5	1.263,7
Sulfato de magnésio (16% de MgO)	2.804,0	2.270,5
(13% de S)	1.048,5	849,3
Bórax (11% de B)	18,1	14,6
Sulfato ferroso (20% de Fe)	250,8	203,0
Sulfato de cobre (24% de Cu)	7,1	5,9
Sulfato de manganês (25% de Mn)	13,0	11,1
Sulfato de zinco (21% de Zn)	10,5	8,5

Considerando-se que o dendezeiro, para manter seu elevado potencial produtivo, seja uma planta bastante exigente em termos nutricionais, e ainda que os dendezeais estejam implantados em solos com baixos níveis de fertilidade (Barcelos et al. 1989), o retorno destes resíduos (efluente, cachos vazios e fibras) para as áreas de plantio, assume grande importância, principalmente pelo fato de que todos eles são ricos em potássio, e que o Brasil importa todo o fertilizante potássico empregado na agricultura. É importante, também, que seja avaliada a possibilidade de seu aproveitamento na adubação de culturas de ciclo curto, estabelecendo-se as melhores doses e formas de aplicação.

Na Tabela 5 são apresentadas as quantidades de adubos necessárias para a manutenção de dendezaís, em gramas por planta, quilos por hectare, e a quantidade total, em toneladas, necessária para adubar os 31 mil ha de dendezaís em produção no ano de 1995.

TABELA 5. Quantidade (g/planta, kg/ha e total¹) de superfosfato triplo, cloreto de potássio e sulfato de magnésio necessária para manutenção de um plantio de 31 mil ha de dendezal, nos quatro primeiros anos de plantio.

Adubo	1º Ano			2º Ano			3º Ano			4º Ano		
	g/planta	kg/ha	Total (t)									
Uréia	150	21	660	200	29	880	250	36	109	400	57	1761
Superfosfato triplo	400	57	1761	600	86	2642	800	114	3523	1200	172	5285
Cloreto de potássio	150	21	661	300	43	1321	600	86	2643	1000	143	4404
Sulfato de magnésio	150	21	661	200	29	880	250	36	1101	300	43	1321

¹Total em tonelada.

Quando se comparam as quantidades totais de adubos necessárias para a manutenção de dendezaís com quatro anos de idade, plantados no Pará (Tabela 5), com a soma das quantidades de nutrientes em termos de matéria seca, contidas nos diversos resíduos sólidos (cachos vazios e fibras) e no efluente gerado no Estado (Tabela 4), observa-se que, se estes resíduos retornassem às áreas de plantio, poderiam suprir parte das necessidades nutricionais das plantas, fornecendo cerca de 43% do potássio, 9% do fósforo, 85% do nitrogênio e o total de magnésio exigido pelas mesmas, além de supri-las com boro e outros micronutrientes.

Entretanto, para utilização destes resíduos como fertilizantes, torna-se necessário fixar os limites de segurança, além dos quais, o próprio solo poderia ser irreversivelmente danificado. Além disso, impõe-se o esclarecimento de aspectos básicos da relação solo-planta-resíduo, devido à capacidade do solo de atuar como armazenador de substâncias que poderão afetar, de maneira negativa, a microflora e a microfauna, prejudicando-as. Portanto, há necessidade de pesquisas na área de microbiologia do solo, uma vez que se trata de material com elevado teor de compostos orgânicos que, no caso específico do efluente, sofrem transformações nas lagoas de sedimentação, muitas das quais, são ainda pouco conhecidas.

CONCLUSÃO

Todos os resíduos estudados contêm teores significativos de nutrientes, o que permite considerá-los como adubos orgânicos em potencial.

Pela sua composição química, os cachos vazios e o efluente podem ser considerados como adubos potássicos, enquanto as fibras como adubo nitrogenado.

A utilização destes resíduos como adubo orgânico, contribui para diminuir significativamente o uso de alguns adubos minerais, como cloreto de potássio e uréia e a totalidade da adubação magnesiana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.P. de. **Interferência dos fungos na adubação do solo pela vinhaça**. Piracicaba: ESALQ, 1953. 9p. (ESALQ. Boletim, 5).
- BARCELOS, E. **Dendeicultura no Brasil**. In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO DENDÊ, 1995, Manaus-AM. **Anais**. Manaus: Embrapa-CPAA, 1996. p.16-17 (Embrapa-CPAA. Documentos, 5).
- BARCELOS, E.; PACHECO, A.R.; MULLER, A.A.; VIÉGAS, I. de J.M.; TINÓCO, P.B. **Dendê: informações básicas para o seu cultivo**. Belém: Embrapa-UEPAE de Belém, 1989. 40p. (Embrapa-UEPAE de Belém. Documentos, 1).
- CHAN, K.W.; P'NG, T.C.; ROUSE, M.A. **Palm oil mill effluente utilisation and its future research directions in the oil palm industry**. In: SEMINAR ON LAND APPLICATION OF PALM OIL AND RUBBER FACTORY EFLUENTS, 1983, Serdang. **Proceedings**. Serdang, 1983.
- FALESI, I.C.; VIEIRA, L.S.; SANTOS, W.H.P. dos; OLIVEIRA FILHO, J.P.S. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região bragantina, Estado do Pará**. Belém: IPEAN, 1967. 63p. (IPEAN. Boletim Técnico, 47).
- FERREIRA, W. de A. **Efeito da vinhaça em solos de diferentes texturas**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 1980. 75p. Tese Mestrado.
- FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S.M.; VILAR, R.R.L. **Composição química dos subprodutos da agroindústria de dendê**. Belém: Embrapa-CPATU. 1998. 18p (Embrapa-CPATU. Documentos, 119).
- HORNUS, Ph.; NGUIMJEU, E. **Utilización de tuzas para la fertilización de plantaciones de palma aceitera**. *Oleagineux*, v.47 n.5, p.245-259, 1992.

- KANAPATHY, K.; JORGENSEN, H.K.; SINGH, G. Preparation and utilisation of dried palm oil mill effluent (POME). PORIM NATIONAL WORKSHOP ON OIL PALM BY-PRODUCT UTILISATION, K.L., *Proceedings*, 1981.
- LIM, K.H.; WOOD, B.J.; LAI, A.L. POME on oil palm through flat - BED system. In: SEMINAR ON LAND APPLICATION OF OIL PALM. AND RUBBER FACTORY EFFLUENTS, 1983, Serdang. *Proceedings*. Serdang, 1983.
- LUISI, M.V.V. Efeitos da vinhaça sobre a fertilidade do solo e a nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.). Rio de Janeiro: UFRRJ, 1979. Tese Mestrado.
- POON, Y.C. Recycling. POME in the field. IN: STUDIES on Land Application of POME in oil Palm. Kemeterian Perusahann Utama: PORIM, 1984. 24p.
- RESENDE, J.O. Conseqüências da aplicação da vinhaça sobre algumas propriedades físicas de um solo aluvial: estudo de um caso. Piracicaba: ESALQ, 1979. Tese Doutorado.
- ROCCA, O. CRAI/AGROPALMA/AGROPAR - "Marketing e comercialização da cultura do dendê". In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO DENDÊ, 1995, Manaus-AM, Anais. Manaus: Embrapa-CPAA, 1996. p.31-36. (Embrapa-CPAA. Documentos, 5).
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba. ESALQ, 1974. 56p.
- SOUZA, R.L.R. de. A. DENPASA/CO Acará (Grupo COTIA). In: WORKSHOP SOBRE A CULTURA DO DENDÊ, 1995, Manaus-AM, Anais. Manaus: Embrapa - CPAA, 1996. p.25-30. (Embrapa-CPAA. Documentos, 5).
- STUDIES on land application of POME in oil palm. Kemeterian Perusahaan Utama: PORIM, 1984. 24p.
- VIEIRA, L.S.; SANTOS, P.C.T.C. dos. Amazônia seus solos e outros recursos naturais. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 420p.

YEOW, K.H.; SINGH, G. Land application of plantation effluent. In: STUDIES on Land Application of POME in oil Palm. Kemeterian Perusahann Utama: PORIM, 1983. 24p.



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Caixa Postal 48,
Telex (091) 1210, Fax (091) 226-9845 CEP 66095-100
e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br*



Agroindustrial Palmasa S.A.

Município de Igarapé-Açu, Pará

Produção e comercialização de óleo de palma bruto,
óleo de palmiste, estearina, amêndoas e torta de amêndoas

Fone: (091) 891-6045/6043 Fax: (091) 891-6044

