



**Efeito da Aplicação do Efluente da
Agroindústria do Dendê sobre Características
Químicas de um Latossolo Amarelo Álico,
Textura Média**



República Federativa do Brasil

Fernando Henrique Cardoso
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Marcus Vinícius Pratini de Moraes
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

Márcio Fortes de Almeida
Presidente

Alberto Duque Portugal
Vice-Presidente

Dietrich Gerhard Quast
José Honório Accarini
Sérgio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Dante Daniel Giacomelli Scolari
Bonifácio Hideyuki Nakasu
José Roberto Rodrigues Peres
Diretores-Executivos

Embrapa Amazônia Oriental

Emanuel Adilson de Souza Serrão
Chefe-Geral

Jorge Alberto Gazel Yared
Miguel Simão Neto
Sérgio de Mello Alves
Chefes Adjuntos

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 11

Efeito da Aplicação do Efluente da Agroindústria do Dendê sobre Características Químicas de um Latossolo Amarelo Álico, Textura Média

Waldemar de Almeida Ferreira
Sonia Maria Botelho Araújo

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Caixa Postal, 48 CEP: 66095-100 - Belém, PA
Fone: (91) 299-4500
Fax: (91) 276-9845
E-mail: sac@cpatu.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Leopoldo Brito Teixeira
Secretária-Executiva: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Membros: Antônio Pedro da Silva Souza Filho
Expedito Ubirajara Peixoto Galvão
João Tomé de Farias Neto
Joaquim Ivanir Gomes
José de Brito Lourenço Júnior

Revisores Técnicos

Manoel da Silva Cravo – Embrapa Amazônia Oriental
Mário Lopes de Silval Jr. - FCAP
George Rodrigues da Silva - FCAP

Supervisor editorial: Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes
Revisor de texto: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Normalização bibliográfica: Rosa Maria Melo Dutra
Editoração eletrônica: Euclides Pereira dos Santos Filho

1ª edição

1ª impressão (2002): 300 tiragem

Todos os direitos reservados.

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

Ferreira, Waldemar de Almeida.

Efeito da aplicação do efluente da agroindústria do dendê sobre características químicas de um Latossolo Amarelo álico, textura média/ Waldemar de Almeida Ferreira, Sonia Maria Botelho. – Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002.

26p. ; 21cm. – (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).

ISSN 1676-5265

1. Adubo orgânico. 2. Efluente - Avaliação. 3. Dendê - Resíduo.
4. Nutriente. I. Botelho, Sonia Maria. II. Título. III. Série.

CDD - 631.86

© Embrapa 2002

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	13
Conclusões	22
Referências Bibliográficas	22

Efeito da Aplicação do Efluente da Agroindústria do Dendê sobre Características Químicas de um Latossolo Amarelo Álico, Textura Média

Waldemar de Almeida Ferreira¹

Sonia Maria Botelho²

Resumo

O experimento foi conduzido, em condições de campo, com objetivo de estudar o efeito do uso do efluente da agroindústria do dendê, como adubo orgânico, sobre o valor do pH e dos teores de P, K, Ca + Mg e Al trocáveis, de um Latossolo Amarelo álico, textura média. O efluente de dendê, produzido na razão de 0,6 m³ (Studies ..., 1984) de efluente/tonelada de cachos processados, acumula-se em lagoas a céu aberto, construídas pelas fábricas, tornando uma ameaça permanente a poluição ambiental. Neste trabalho, utilizou-se um dendezal com 7 anos de idade, na agroindústria Palmasa S/A, em Igarapé-Açu, nordeste paraense. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos foram aplicações mensais, em parcelas de 6 m x 2 m, das doses de 0; 60; 120; 180 e 240 m³/ha do efluente, coletado diretamente das lagoas de fermentação. As amostras do solo foram coletadas no início do experimento e aos 6, 12 e 18 meses após a aplicação do resíduo, a 20 cm, 40 cm e 60 cm de profundidade. A aplicação do efluente causou variações nas propriedades químicas do solo, observando-se que os teores de Ca + Mg e do K trocáveis tenderam a aumentar, em relação à testemunha, com o aumento das doses, principalmente na profundidade de 0 cm a 20 cm. Para os teores de Ca + Mg, os maiores acréscimos ocorreram com a aplicação de

¹Quím. Ind. M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n - Bairro do Marco. CEP 66 095-100. e-mail waldemar@cpatu.embrapa.br.

² Eng. Agrôn. M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n - Bairro do Marco. CEP 66 095-100. e-mail sonia@cpatu.embrapa.br Belém, Pará.

180 m³/ha do efluente, com aumentos de até 110%, em relação à dose 0, nessa profundidade, para todas as amostragens realizadas durante o período do experimento. Com relação ao K, os maiores acréscimos ocorreram na profundidade de 0 cm a 20 cm, para todos os tratamentos. Após 18 meses, verificou-se acentuado aumento nesses teores, nas profundidades de 20 cm a 40 cm e 40 cm a 60 cm, principalmente, nas doses mais elevadas. Quanto ao Al trocável, observou-se redução do seu teor em todas as profundidades ao longo do tempo. A dose de 120 m³/ha, já aos 12 meses, foi suficiente para reduzi-lo a zero, na profundidade de 20 cm. Até 40 cm, foram necessários 240 m³/ha do efluente para que o Al chegasse a zero. Aos 18 meses, porém, nem mesmo essa dose foi suficiente para neutralizar totalmente o elemento, a 60 cm. Essas variações ocorreram, também, para os valores do pH que, já na dose de 60 m³/ha passou de 4,9, antes da aplicação, para 5,6 aos 18 meses, nos primeiros 20 cm. Nessa profundidade, a maior variação foi com a dose mais elevada, passando de 4,8, sem o efluente, para 6,0, com adição de 240 m³/ha, aos 18 meses. Esse aumento foi observado, também, nas maiores profundidades e, até 40 cm, o pH passou de 5,1 para 6,0 na dose mais elevada do efluente, enquanto na profundidade de 60 cm, o maior aumento ocorreu com aplicação de 180 m³/ha, passando de 5,2 para 5,9, aos 18 meses. Quanto ao P, o efeito do efluente foi observado apenas nos primeiros 20 cm, tornando-se mais acentuado com o aumento das doses. Esse teor, que era inicialmente de 2 mg/kg, passou para 34 mg/dm³, aos 12 meses, com adição de 180 m³/ha chegando, aos 18 meses, a 44 mg/kg, com aplicação de 240 m³/ha. Com base nesses resultados, pode-se concluir que, por suas características, o efluente da agroindústria do dendê pode ser utilizado como um adubo orgânico, pois sua aplicação, nas doses adequadas, causa mudanças benéficas nas propriedades químicas do solo, proporcionando acentuada melhoria da fertilidade.

Termos para indexação: resíduo, efluente, POME, dendê, óleo de palma, adubo orgânico, adubação.

Effect of Oil Palm Industry Effluent Application on Several Chemicals Characteristics of Yellow Latosol Alic Medial Texture

Abstract

The research was conducted with the objective of to value the use of oil palm industry effluent as organic manure, in Yellow Latosol alic, medial texture. It was used the commercial plantings of oil palm with seven years old, at PALMASA S.A., in Igarape-Açu, State of Para, Brazil. The experimental design was a randomized blocks, in split plot, with four replicates. The treatments consisted of monthly applications of effluent in parcels of 6m x 2m, at the rates: 0, 60, 120, 180 and 240 m³/ha, collected of fermentation lagoon. The soil samples were collected in time zero and 6, 12, 18 months after effluent applications, at the depth of 20 cm, 40 cm and 60 cm. Analyzing the results it was observed that effluent application induced variations on soil chemicals properties. The medial contents of Ca + Mg and K exchangeable increased with the rates increase, specially on depth of 0-20 cm. The biggest Ca + Mg increase occurred in the rate of 180 m³/ha, with increase of 110 % in relation to rate zero, during the experiment time. The biggest K increase occurred at depth of 0-20 cm at all the rates. But, before 18 months it was observed increase of K content at depth of 20-40 cm and 40-60 cm, specially at high rates. The exchangeable Al was reduced at all depths and at all times. The rate of 120 m³/ha at 12 months, was sufficient to reduce the Al contents to zero at 20 cm. at depth of 40 cm was need 240 m³/ha of effluent to reduce Al to zero, at 18 months, but at depth of 60 cm this rate was not sufficient to neutralize this element. The pH, at the rate of 60 m³/ha, changed from 4.9 (before the application) to 5.6 (18 months, depth 20 cm). At this depth, the highest variation (4.8 to 6.0) was in the rate of

240 m³/ha, at 18 months. This increase occurred also, at the highest depths. At 40 cm, the pH changed from 5.1 to 6.0 at the highest effluent rate, while at 60 cm, the highest increase occurred with 180 m³/ha. It was respectively 5.9 (18 months) and 5.2. the response of P was observed only in the first 20 cm, increasing with the rise on the effluent rate. The P contents that was initially 2 mg/kg, increased to 34 mg/kg (at 12 months, rate 180 m³/ha) and 44 mg/kg (at 18 months, rate 240 m³/ha). In short, conclude that, through its characteristics, the oil palm effluent can be used as organic manure, because when applied to soil, in the suitable rates, result in improvement of chemical properties and fertility soils.

Index terms: residue, effluent, bunch, POME, palm oil, organic manure, manuring.

Introdução

Considerando-se as culturas cultivadas na Amazônia, o dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq.), pelas características peculiares, é a mais indicada para reflorestamento das áreas desmatadas dessa região, pois, se trata de uma cultura perene, de grande porte e com alta capacidade de fixação de carbono (Lamade, 2000). Segundo Veiga et al. (2000), com o plantio de 5 milhões de hectares com a cultura do dendezeiro na Amazônia, seriam absorvidos, anualmente, cerca de 66 milhões de toneladas de carbono, contribuindo para diminuir a poluição do ar atmosférico. Isso torna a cultura capaz de atuar de modo semelhante à floresta natural, mantendo o equilíbrio ecológico e reduzindo os impactos causados ao meio ambiente pelo desmatamento. Além disso, é uma cultura altamente rentável, pois permite ao produtor auferir renda suficiente para manutenção de sua família, devido produzir o ano todo e possuir um potencial de exploração econômica de 20 a 25 anos. Este ciclo produtivo pode ser estendido a até 30 anos, quando as plantas são submetidas a um manejo racional e adequado, capaz de satisfazer suas exigências.

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 140 mil hectares (Moreira, 2000), 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, em um processo

com 21% de rendimento, permite estimativa da produção nacional de cachos de dendê de cerca de 510.526,31 toneladas. O Pará aparece como o maior produtor nacional, com 78.570 toneladas de óleo e 413.526,31 toneladas de cachos, equivalentes a 81% da produção brasileira (IBGE, 1999).

O potencial do dendezeiro como planta produtora de óleo é indiscutível, pois é a oleaginosa com maior produtividade no mundo. Além disso, pode ser considerada como ótima opção econômica para a Amazônia, pois, somente no Estado do Pará, é responsável pela geração de mais de seis mil empregos diretos e representa um movimento comercial de cerca de 18,24 milhões de dólares, considerando-se o preço médio do óleo de U\$ 400,00 dólares a tonelada.

Entretanto, as usinas de beneficiamento do dendê, além do óleo, geram subprodutos sólidos e líquidos, em grande escala, que vão se acumulando e, pelas suas características, tornam-se constante ameaça de poluição ambiental. O resíduo líquido, denominado efluente ou POME (Palm Oil Mill Effluent), é produzido na razão de 0,6 m³ por tonelada de cachos processada, com uma composição média de 95% de água e 5% de sólidos orgânicos e minerais (Studies..., 1984).

O efluente é o resíduo resultante da condensação do vapor da água usada no processo de esterilização dos cachos e de clarificação do óleo, contendo ainda, pequenas quantidades de óleo e restos de frutos. Apresenta em sua composição química, segundo Ferreira et al. (1998), 28 mg de nitrogênio/dm³, 13,5 mg de fósforo/dm³, 1.157,0 mg de potássio/dm³ e 335,0 mg de magnésio/dm³, e um metro cúbico do efluente corresponde a 62,2 g de uréia, 68,7 g de superfosfato triplo, 2,2 kg de cloreto de potássio e 2,3 kg de sulfato de magnésio, respectivamente. Sua caracterização química mostra que é um produto bastante rico em nutrientes, o que lhe confere potencial para ser utilizado como adubo orgânico, contribuindo para diminuir a necessidade de fertilizantes químicos.

Já foi comprovado que 1 hectare com 148 plantas adultas retira, em média por ano, 192,5 kg de N, 26,0 kg de P, 251,4 kg de K, 61,3 kg de Mg e 99,3 kg de Ca, para crescimento, para formação das inflorescências masculinas, e nas coletas dos cachos (Studies..., 1984). Como a grande maioria dos solos da Amazônia é de baixa fertilidade (Falesi et al. 1967; Vieira & Santos, 1987), aliado ao fato de o dendezeiro, na Amazônia, estar sendo cultivado principalmente, nos solos da classe dos Latossolos, que são os mais representativos da região,

onde ocupam, aproximadamente, 45% da área (Macedo & Rodrigues, 2000), há necessidade de aplicar grandes quantidades de fertilizantes, que sejam suficientes para sustentar a produtividade da planta e repor os nutrientes extraídos pela mesma ao sistema.

Segundo Cochrane & Sanches (1982), 90% dos solos da Amazônia são deficientes em fósforo e 16% têm potencial para sua fixação e, para Veiga & Falesi (1986), as principais limitações são a acidez elevada, baixa CTC e baixos teores de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu e Zn. Em trabalhos conduzidos em Belém, PA, (Pacheco et al. 1985) e em Manaus, AM, (Rodrigues, 1993), verificou-se que o fósforo foi o elemento mais limitante para o desenvolvimento e produção do dendezeiro nesses Estados. Com relação à acidez do solo, o dendezeiro é capaz de adaptar-se a solos ácidos e desenvolvê-se normalmente em uma faixa de pH entre 4,0 a 6,0 (Ng, 1972). Na Amazônia, a cultura é cultivada em solos com pH variando de 4,4 a 6,2.

Normalmente, na fase inicial de implantação de um dendezal, e até o terceiro ano de plantio, a recomendação de adubação é feita com base em tabelas já estabelecidas (Barcelos et al. 1995). Posteriormente, as recomendações devem ser feitas com base na análise química dos teores foliares, da análise do solo e dos resultados dos ensaios de adubação (Viégas & Botelho, 2000).

Entre os nutrientes considerados essenciais, tanto para crescimento como para produção, o potássio é um dos mais exportados pelo dendezeiro e, segundo Viégas (1993), as plantas necessitam de quantidades elevadas do nutriente, para manter seu elevado potencial produtivo. Como a maioria dos solos tropicais é deficiente nesse elemento, aliado ao fato de que todo o fertilizante potássico, utilizado no Brasil, é importado de outros países, há necessidade de se buscar outras alternativas para seu fornecimento à cultura.

A riqueza do efluente em nutrientes torna-o uma ótima opção para ser empregado como fertilizante orgânico e seu retorno ao campo é de extrema importância por reduzir os custos de produção, diminuindo as necessidades de fertilizantes químicos. Além disso, tem o efeito de melhorar a qualidade do meio ambiente, pois, ao encontrar-se um destino adequado para este resíduo, impede-se que ele seja despejado indevidamente nos cursos d'água ou acumulados nas usinas, minimizando a poluição ambiental causada pela sua disposição inadequada ao meio ambiente.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo viabilizar o aproveitamento do efluente como adubo orgânico, verificando os efeitos de sua aplicação sobre o valor do pH e dos teores de fósforo, potássio, cálcio + magnésio e alumínio de um Latossolo Amarelo álico, textura média, cultivado com dendezeiro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em um dendezal com 7 anos de idade, pertencente à Empresa Agroindustrial Palmasa S.A., localizada no Município de Igarapé-Açu; no nordeste paraense, em solo classificado como Latossolo Amarelo álico, textura média.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em parcelas, com quatro repetições, sendo cada parcela retangular de 12 m² (6 m x 2 m) eqüidistantes de duas plantas. Os tratamentos foram aplicações mensais, de uma só vez ao solo, das doses de 0, 60, 120, 180 e 240 m³/ha do efluente, durante 18 meses, perfazendo um total de 0, 1.080, 2.060, 3.240 e 4.320 m³ de efluente, ao final dos 18 meses.

Para distribuição das doses, instalou-se uma caixa d'água cilíndrica, de 500 litros de capacidade, sobre um suporte de madeira de 2 metros de altura. Na caixa, acoplou-se uma mangueira de plástico, de 50 metros de comprimento, em cuja extremidade, foi adaptada uma válvula de controle de vazão. O efluente foi coletado diretamente das lagoas de fermentação e transportado em tambores e/ou glastanque, para ser colocado na caixa d'água.

Foram retiradas quatro amostras simples, para formar uma amostra composta de cada parcela, para análises química e física do solo da área experimental, antes da implantação do experimento, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1. Aos 6, 12 e 18 meses após a aplicação dos tratamentos, foram efetuadas novas amostragens, nas profundidades de 0 cm a 20 cm, 20 cm a 40 cm e 40 cm a 60 cm, para verificar o efeito dos tratamentos aplicados.

As amostras foram conduzidas ao Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, onde foram analisadas como terra fina seca ao ar.

Tabela 1. Características físicas e químicas do Latossolo Amarelo álico, textura média, coletado nas profundidades de 0 cm a 20 cm, 20 cm a 40 cm e 40 cm a 60 cm, antes da aplicação dos tratamentos. Igarapé Açu, PA.

Profund. (cm)	Características físicas					Características químicas				
	A.G.	A.F.	Silte	Arg. T.	pH	K	P	Ca + Mg	Al	C
g/kg.....					..mg/dm ³mmolc/dm ³ g/kg				
0 a 20	550	250	110	90	4,9	10	5	17	2	19,4
20 a 40	430	230	100	240	5,0	7	1	8	4	10,7
40 a 60	425	220	90	265	5,1	5	1	6	5	7,7

Para extração do K trocável e do P disponível, utilizou-se a solução de Mehlich 1 (H₂SO₄ 0,25 N + HCl 0,05 N). O potássio foi dosado através de fotometria de chama e o fósforo, por colorimetria, segundo metodologia de Guimarães et al. (1970) e Embrapa (1997).

O Ca + Mg e o Al trocáveis foram extraídos com solução 1N de cloreto de potássio a pH 7,0. O Ca + Mg foram dosados por titulação com solução de Na₂EDTA 0,02 N, em presença de EBT como indicador, e o alumínio, por titulação com solução de NaOH 0,025 N usando azul de bromotimol como indicador, conforme Guimarães et al. (1970) e Embrapa (1997).

O pH em água, na relação 1:2,5 (terra:água), e o carbono orgânico pela ação oxidante do bicromato de potássio. As análises granulométricas foram efetuadas pelo método da pipeta modificado. (Guimarães et al. 1970; Embrapa, 1997).

Para caracterização química do efluente, foram coletadas amostras das lagoas de deposição e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Plantas da Embrapa Amazônia Oriental, onde foram analisadas, empregando-se a metodologia descrita por Sarruge & Haag (1974). Os resultados dos teores médios de macronutrientes, em mg/dm³, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização química do efluente (POME) gerado no processo de beneficiamento do dendê, na agroindústria Palmasa S/A, coletado na lagos de deposição a céu aberto, após fermentação anaeróbica. Igarapé Açu, PA.

N	P	K	Ca	Mg	Na
.....mg/dm ³					
28	13,5	1 157	365	335	970

Resultados e Discussão

Os resultados do efeito da aplicação das doses do efluente da agroindústria de dendê sobre as características químicas do solo estudado, nas três profundidades, até aos 18 meses de aplicação, estão apresentados nas Fig. 1, 2, 3, 4 e 5.

Analisando-se esses resultados, após 6 meses de aplicações mensais, observa-se, na Fig. 1, que houve aumentos do teor de K trocável, em relação à testemunha (dose 0), em todas as profundidades. Os maiores acréscimos ocorreram na profundidade de 0 cm a 20 cm, para todos os tratamentos, até aos 12 meses de aplicação. Assim, aos 6 meses, com a dose de 60 m³, o teor de K, que era inicialmente de 13 mg/dm³ (testemunha), passou para 51 mg/dm³ e, aos 12 meses, chegou a 82 mg/dm³. Com a dose de 120 m³, passou para 85 mg/dm³ e 132 mg/dm³, respectivamente, aos 6 e 12 meses, nos primeiros 20 cm; com 180 m³, o K aumentou para 95 mg/dm³ e 201 mg/dm³ e, com 240 m³, passou para 74 mg/dm³ e 227 mg/dm³, respectivamente, aos 6 e 12 meses após as aplicações.

Esses aumentos foram observados também em maiores profundidades, sendo proporcionais aos aumentos das doses. Assim, até 40 cm, o teor de 5 mg/dm³ da testemunha passou para 83 mg/dm³ e 74 mg/dm³, respectivamente, com a dose de 180 m³, aos 6 e 12 meses e, com a dose de 240 m³, passou para 105 mg/dm³, aos 6 meses e, para 125 mg/dm³, aos 12 meses.

Na profundidade de 60 cm, com essas mesmas doses, o K passou de 4 mg/dm³ para 30 mg/dm³ e, de 4 mg/dm³, para 41 mg/dm³ aos 6 meses e, para 36 mg/dm³ e 85 mg/dm³, respectivamente, aos 12 meses, para as doses de 180 m³ e 240 m³ do efluente.

Entretanto, após 18 meses de aplicações mensais, verificou-se acentuado aumento nesses teores, nas profundidades de 20 cm a 40 cm e 40 cm a 60 cm, com conseqüente redução do teor na camada superficial, principalmente nas doses mais elevadas. Com aplicação de 180 m³, o teor de K, que era de 47 mg/dm³, nos primeiros 20 cm, passou para 100 mg/dm³ a 40 cm, e 67 mg/dm³ a 60 cm de profundidade. Com a dose de 240 m³ do efluente, o teor de K passou de 57 mg/dm³ para 109 mg/dm³ e 104 mg/dm³, respectivamente, com 40 cm e 60 cm de profundidade. Esse fato significa que o nutriente foi adicionado em excesso, nas maiores doses do efluente e, com o aumento do tempo e da quantidade aplicada, parte dele foi lixiviada para as camadas mais profundas do solo.

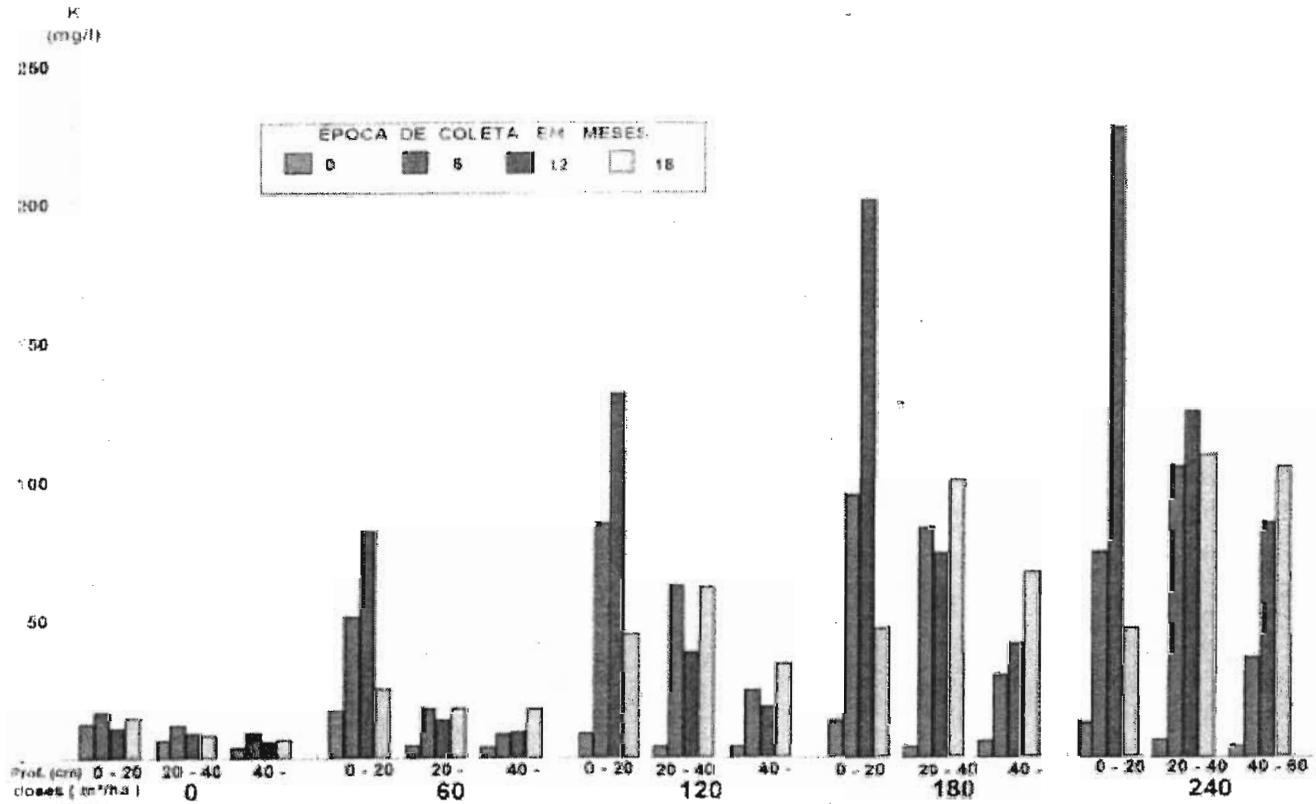


Fig.1. Efeitos de doses de efluente da agroindústria de dendê (POME) sobre o teor de K do solo em amostras coletadas a diferentes profundidades, após 0, 6, 12, e 18 meses de aplicações mensais.

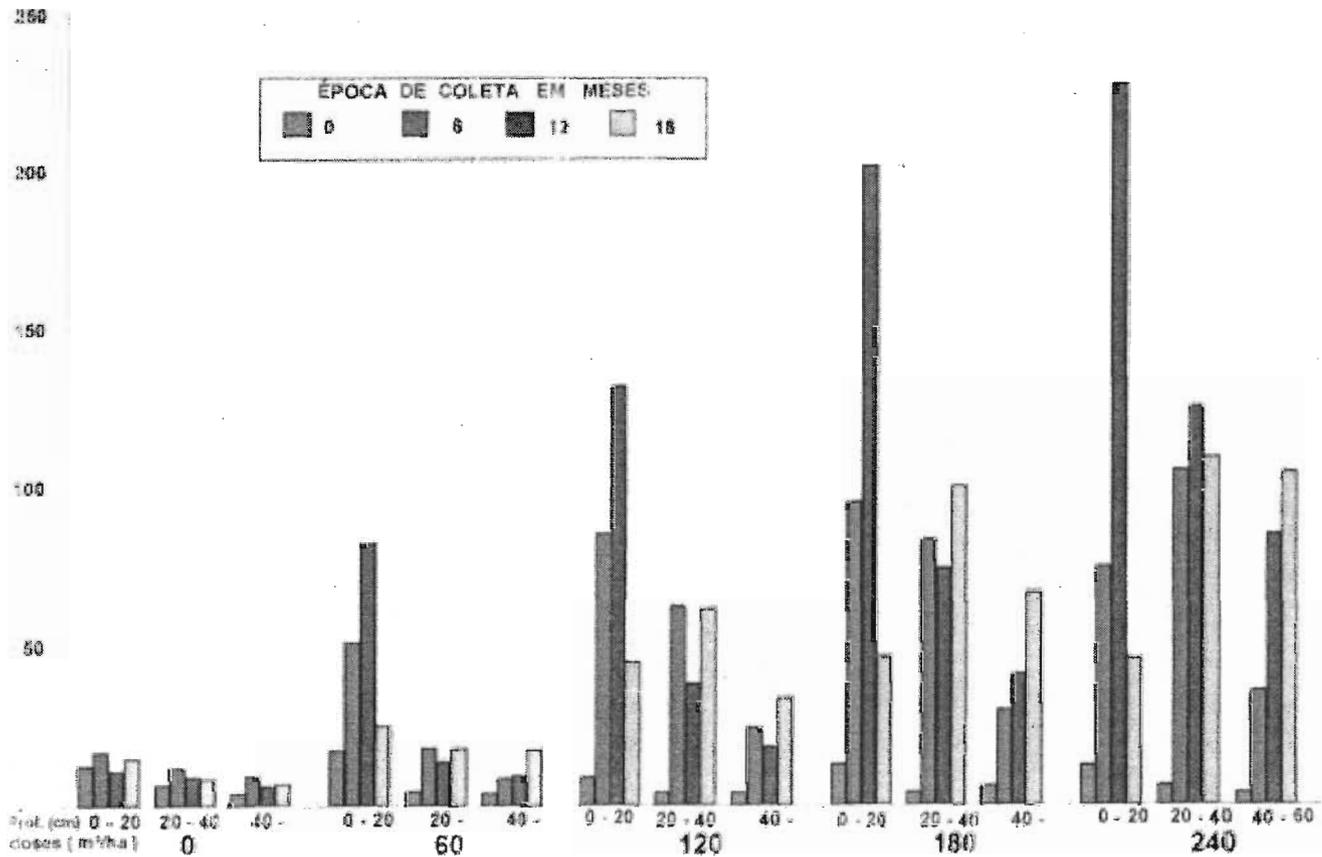


Fig.2. Efeitos de doses de efluente da agroindústria de dendê (POME) sobre o teor de Ca + Mg do solo em amostras coletadas a diferentes profundidades, após 0, 6, 12, e 18 meses de aplicações mensais.

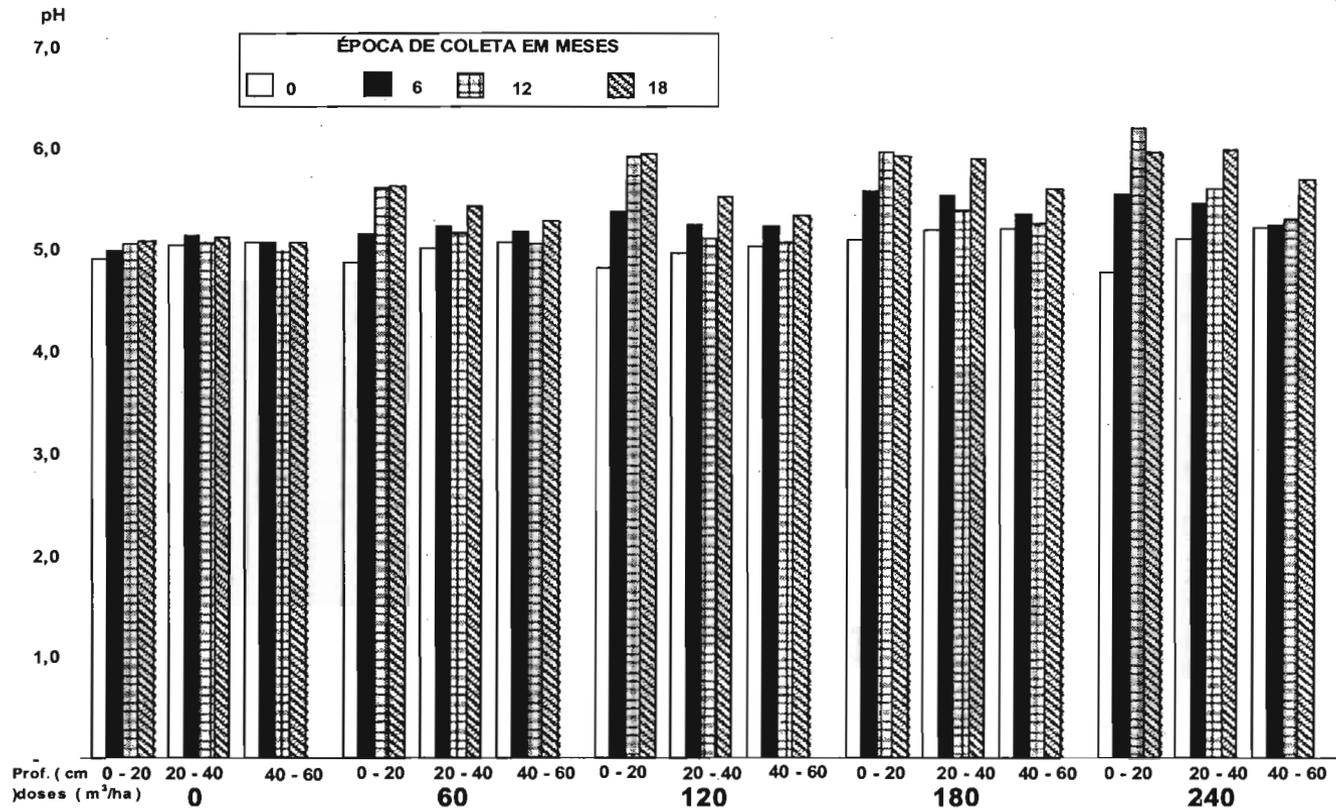


Fig.3. Efeitos de doses de efluente da agroindústria de dendê (POME) sobre o pH do solo em amostras coletadas a diferentes profundidades, após 0, 6, 12, e 18 meses de aplicações mensais.

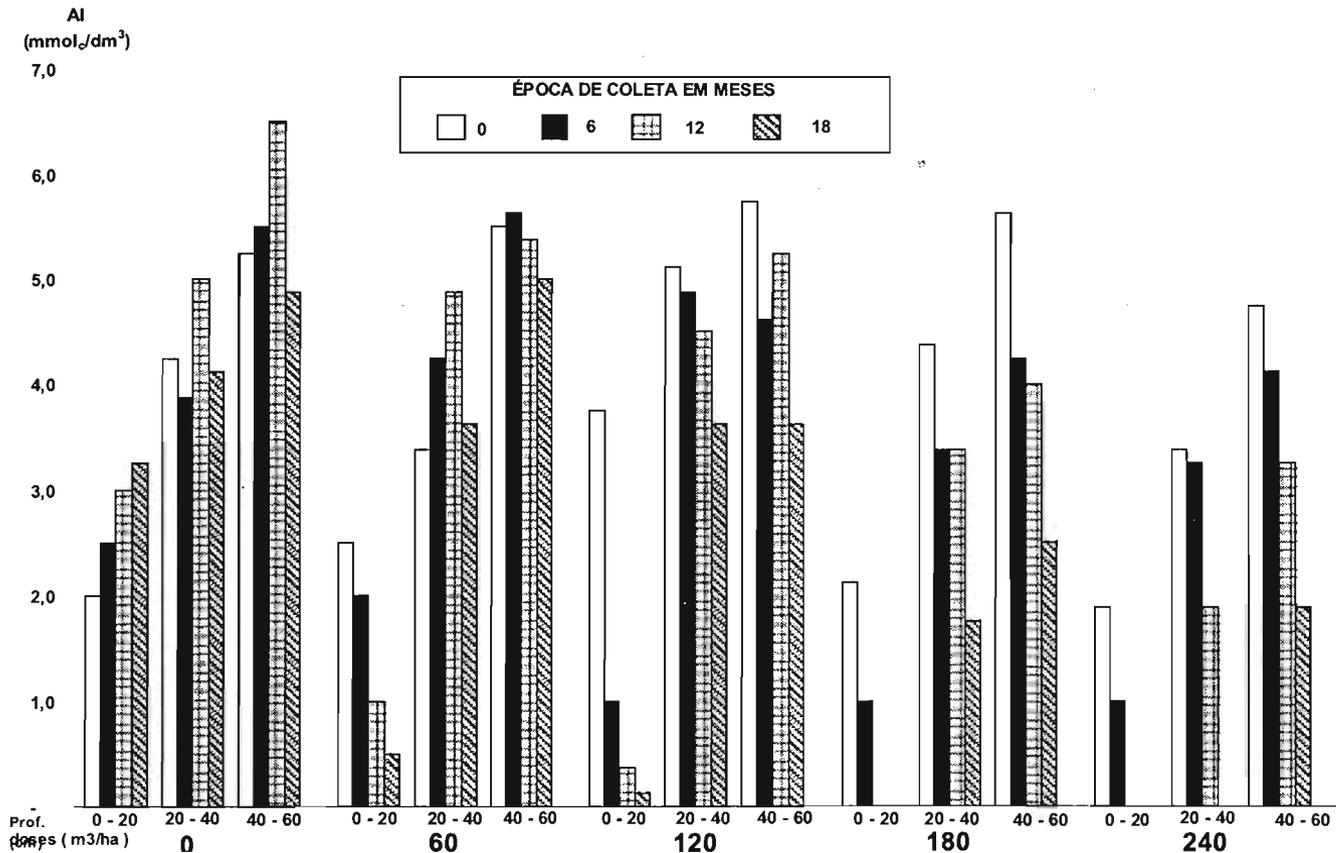


Fig.4. Efeitos de doses de efluente da agroindústria de dendê (POME) sobre o teor de Al do solo em amostras coletadas a diferentes profundidades, após 0, 6, 12, e 18 meses de aplicações mensais.

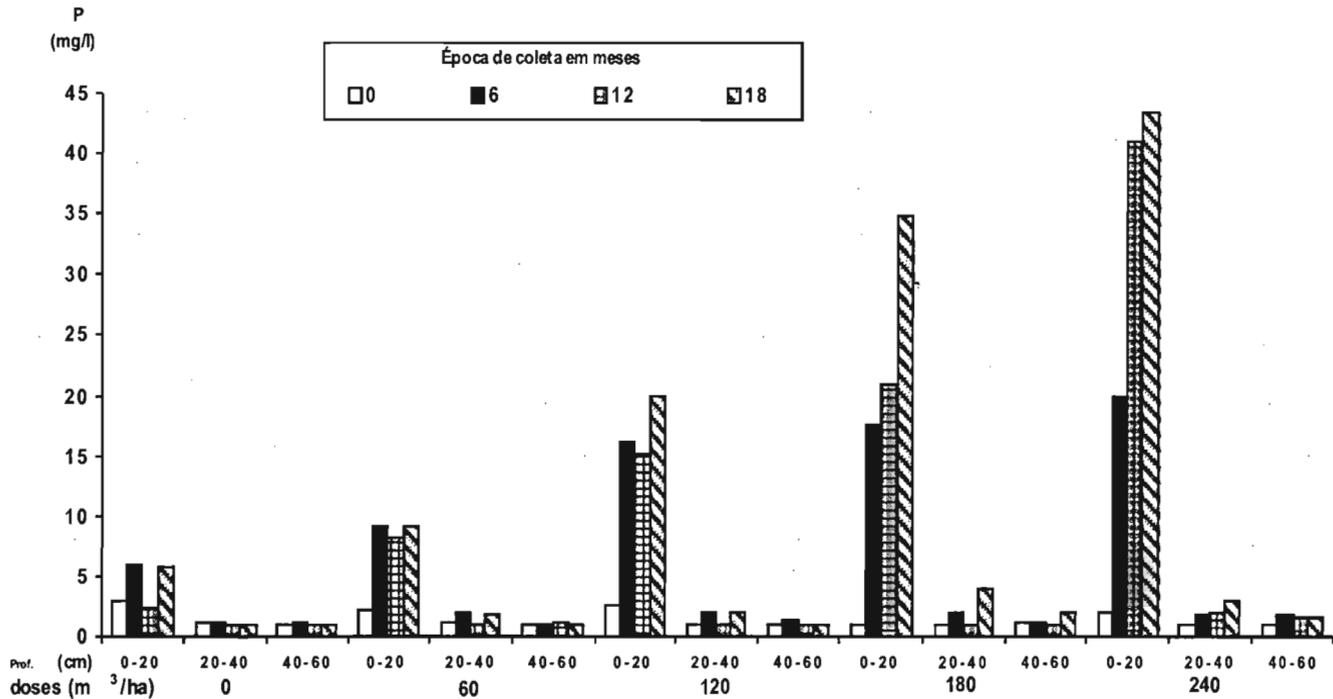


Fig.5. Efeitos de doses de efluente da agroindústria de dendê (POME) sobre o teor de P do solo em amostras coletadas a diferentes profundidades, após 0, 6, 12, e 18 meses de aplicações mensais.

Na Fig. 2, estão apresentados os resultados do efeito do efluente sobre o teor de Ca + Mg trocáveis do Latossolo Amarelo álico estudado. Verifica-se que houve aumento desses nutrientes em todas as doses, para todas as profundidades, sendo, porém, mais acentuado após 6 meses de aplicações mensais. Nesse período, já com a dose de 60 m³, o teor de Ca + Mg passou de 15 mmol_c/dm³ para 23 mmol_c/dm³, na profundidade de 20 cm; de 9 mmol_c/dm³ para 23 mmol_c/dm³, com 40 cm, e de 6 mmol_c/dm³ para 22 mmol_c/dm³ com 60 cm de profundidade.

Os maiores acréscimos ocorreram na dose de 240 m³, em que o teor de Ca + Mg passou para 37 mmol_c/dm³, 26 mmol_c/dm³ e 25 mmol_c/dm³, respectivamente, para as profundidades de 0 cm a 20 cm, 20 cm a 40 cm e 40 cm a 60 cm. Após 18 meses de aplicações mensais, os aumentos do Ca + Mg nas profundidades de 20 cm a 40 cm e 40 cm a 60 cm mantiveram-se apenas com aplicações das doses maiores (180 m³ e 240 m³), e, nas doses menores, houve tendência de diminuição desses valores.

Com relação ao pH, pode-se observar, pela Fig. 3, que após 6 meses de aplicações mensais do efluente houve aumento nos valores, em relação à testemunha (dose 0), nas profundidades de 20 cm e 40 cm, os quais tenderam a se elevar, com o aumento das doses aplicadas. Na profundidade de 20 cm, o pH passou de 5,0 (testemunha) para 5,6 na dose de 180 m³/ha e, para 5,5, na dose de 240 m³/ha. Com 40 cm, para as mesmas doses, o pH passou de 5,1 para 5,5 e, de 5,1, para 5,4, respectivamente.. Na profundidade de 60 cm, o maior aumento ocorreu na dose de 180 m³, em que o pH aumentou de 5,1 para 5,3.

Nesse mesmo período, na profundidade de 20 cm, observou-se que o teor de alumínio trocável (Fig. 4) tendeu a decrescer, passando de 3 mmol_c/dm³ (dose 0) para 1 mmol_c/dm³ (dose 12 m³/ha). Nas demais profundidades, os decréscimos foram de 1 mmol_c/dm³ e 2 mmol_c/dm³, nas doses de 180 e 240 m³/ha, respectivamente.

Os aumentos nos valores do pH e os decréscimos nos teores do alumínio trocável foram acompanhados, nos primeiros 6 meses, por aumentos no teor do fósforo disponível. Como pode ser observado na Fig. 5, esses aumentos limitaram-se à profundidade de 20 cm, em que o teor inicial de 6 mg/dm³ de fósforo (dose 0) passou para 9, 16, 17 e 20 mg/dm³, respectivamente, nas doses de 60, 120, 180 e 240 m³/ha do efluente.

Com 12 meses de aplicações mensais, o valor do pH continuou aumentando, de forma semelhante ao ocorrido no primeiro semestre, e os maiores valores foram de 6,2, 5,6 e 5,3, respectivamente, nas profundidades de 20 cm, 40 cm e 60 cm, com a dose de 240 m³/ha do efluente.

O teor inicial de alumínio trocável, na profundidade de 20 cm, caiu para 1 mmol_c/dm³, a partir da dose de 60 m³/ha e foi reduzido a zero, com a aplicação de 180 m³/ha do efluente, nas profundidades de 40 cm e 60 cm, os teores iniciais de 5 e 7 mmol_c/dm³, respectivamente, foram reduzidos à metade, na dosagem de 240 m³ do efluente.

Ao mesmo tempo, os teores de fósforo, na profundidade de 20 cm, atingiram 21 mg/dm³ e 42 mg/dm³, respectivamente, com as doses de 180 m³ e 240 m³, correspondendo a um incremento de 4 mg/dm³ e 22 mg/dm³, em relação aos teores existentes com 6 meses de aplicações do POME.

Após 18 meses, praticamente não se observaram diferenças entre os tratamentos, na profundidade de 20 cm, embora os valores do pH tenham aumentado em quase uma unidade (5,1 para 6,0), em relação à testemunha. Isso pode ser um indicativo de que as variações nas características químicas do solo, causadas pela adição do efluente, tenham atingido o equilíbrio. O teor de alumínio manteve-se estável, exceto na profundidade de 40 cm, na qual o teor caiu para zero, com a dose de 240 m³ do efluente. Os teores de fósforo de 15, 21 e 42 mg/dm³, nas doses de 120, 180 e 240 m³/ha, medidos aos 12 meses, aumentaram para 20, 35 e 44 mg/dm³, respectivamente.

Com base nesses resultados, pode-se notar que o efluente, aplicado nas doses adequadas, proporciona melhoria na fertilidade do solo, aumentando o teor das bases trocáveis e do fósforo disponível. Além disso, desempenha papel corretivo, promovendo sistemático aumento no valor do pH, com conseqüente redução da acidez do solo, o que está de acordo com outras pesquisas já realizadas com esse objetivo.

Em suas pesquisas, Koh & Ping (1981) verificaram que a aplicação de efluente, em doses equivalentes a quatro vezes a dose de fertilizante mineral para dendezeiros, aumentou o teor de nutrientes no solo. Esses autores observaram, também, que as doses mais elevadas causaram desbalanço de nutrientes no solo por alterar a relação Ca/Mg.

Também Lim et al. (1983) observaram aumentos variando de 4,17% a 7,93 % na CTC (K, Ca e Mg) do solo, dependendo da dose de efluente aplicada. A relação Ca/Mg decresceu, indicando dominância do magnésio sobre o cálcio. Poon (1982) encontrou mudanças significativas nas características de um solo, após tratamento com efluente, ocorrendo aumentos no valor do pH, do carbono e dos nutrientes na camada superficial do solo estudado.

Por sua vez, Yeow & Zin (1981) observaram que aplicações concentradas de efluente cru (não tratado), em doses variando entre 545 e 3.815 litros por planta por ano, em dendezeiros jovens, proporcionaram aumento apreciável do nível de fertilidade do solo. Concluíram que os solos tratados com esse resíduo apresentaram ainda maior capacidade de retenção de umidade por cerca de 8 horas após a última irrigação, indicando melhoria também das características físicas do solo.

A possibilidade de reduzir os efeitos da toxidez de alumínio em solos ácidos, substituindo a tradicional prática da calagem pelo uso de compostos orgânicos, foi investigada por Hoyt & Turner (1975). Eles afirmaram que a complexação do alumínio trocável pela matéria orgânica foi o fator primário na redução dos teores desse elemento. Não consideraram a liberação do NH_3 proveniente da decomposição da matéria orgânica, uma vez que grande parte dos decréscimos do alumínio ocorreram em períodos que antecederam aos incrementos nos teores de NH_4^+ trocável e, conseqüentemente, ao aumento do pH.

A ação do ácido fúlvico, proveniente da matéria orgânica, quelatando os íons alumínio, com conseqüente redução no teor do Al trocável, foi observada por Rodrigues & Schaefer (1971), em solos chilenos derivados de cinzas vulcânicas. Thomas (1975) observou que o teor de alumínio extraído com solução molar de KCl era inversamente proporcional ao conteúdo de matéria orgânica, em qualquer nível de pH, reforçando, assim, a hipótese de que a matéria orgânica é a responsável pela diminuição dos teores de alumínio trocável. Resultados de Pionke & Corey (1967) mostraram que a acidez não trocável correlaciona-se significativamente com o pH, a matéria orgânica e o conteúdo de argila, sendo a correlação com a matéria orgânica, a mais significativa. Entretanto, são vários os fatores que governam a taxa de mineralização ou imobilização de nutrientes, decorrentes da adição de matéria orgânica aos solos. Entre esses, destacam-se a qualidade da matéria orgânica, a relação C/N, o valor do pH, e a duração do processo de decomposição da mesma.

A adição da matéria orgânica ao solo ativa o desenvolvimento dos microrganismos que, em função do seu próprio metabolismo, atua sobre o material orgânico, liberando compostos inorgânicos do fósforo e nitrogênio. Entretanto, os microrganismos absorvem nutrientes da solução do solo, metabolizando-os e incorporando-os ao seu próprio organismo. Conseqüentemente, ocorrerá um aumento dos níveis de fósforo e nitrogênio inorgânico no solo se a demanda microbiana for menor do que a quantidade de nutrientes mineralizados e, caso contrário, ocorrerá um decréscimo se a demanda microbiana exceder a quantidade mineralizada (Alexander, 1965). Braddley & Sieling (1953) ressaltam que a adição de matéria orgânica ao solo influencia favoravelmente a solubilização do fosfato e diminui sua fixação por compostos de ferro e alumínio. Nesse sentido, Dalton et al. (1952) consideram que a matéria orgânica diminui a sorção do fósforo no solo, pelo fato de certos produtos de sua decomposição, como ácidos orgânicos e húmus, influenciarem a formação de complexos em associação com ferro e alumínio. Esses íons são importantes agentes de retenção de fósforo inorgânico. Dessa forma, admite-se que a matéria orgânica contida no efluente e adicionada ao solo pela aplicação das diversas doses tenha sido fator decisivo na redução dos teores de alumínio trocável e aumento do fósforo solúvel.

Conclusões

Com base nos resultados deste trabalho, pode-se concluir que:

- Por suas características, o efluente da agroindústria do dendê pode ser utilizado como um adubo orgânico, pois sua aplicação ao solo, nas doses adequadas, causa mudanças benéficas nas propriedades químicas do mesmo, proporcionando acentuada melhoria do seu nível de fertilidade;
- O emprego do efluente como adubo, poderá induzir à redução, ou mesmo eliminar o seu despejo, sem controle, ao ambiente, possibilitando diminuir a poluição.

Referências Bibliográficas

ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. New York: J. Willey, 1965. 467p.

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.; CHAILLARD, H.; NUNES, M.D.C.; MACEDO, J.L.V.; RODRIGUES, M. do R.L.; CUNHA, R.N.E.V. da; TAVARES, A.M.; DANTAS, J.C.R.; BORGES, R. de S.; SANTOS, W.C. dos. **A cultura do dendê**. Manaus: EMBRAPA-CPAA; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 68p. (EMBRAPA-SPI. Coleção Plantar, 32).

BRADDLEY, D.B.; SIELING, D.H. Effect of organic anions and sugars on phosphates precipitation by iron and aluminium as influenced by pH. **Soil Science**, v. 76, p. 175-179, 1953.

COCHRANE, J.J.; SANCHEZ, P.A. Land resources, soils management in the Amazon Region: a state of knowledge report. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON AMAZONIAN AGRICULTURE AND LAND USE RESEARCH, 1980, Cali, Colômbia. **Proceedings**. Cali: CIAT, 1982. p. 137-209.

DALTON, J.D.; RUSSEL, G.C.; SIELING, D.H. Effect of organic matter on phosphate availability. **Soil Science**, v. 73, p. 173-181, 1952.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

FALESI, I.C.; VIEIRA, L.S.; SANTOS, W.H. 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.; BOTELHO, S.M.; VILAR, R.R.L. **Composição química dos subprodutos da agroindústria do dendê**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. 18p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 119).

GUIMARÃES, G. de A.; BASTOS, J.B.; LOPES, E. de C. **Métodos de análise física, química e instrumental de solos**. Belém: IPEAN, 1970. 108p. (IPEAN. Química de Solos, v. 1 n. 1).

HOYT, P.B.; TURNER, R.C. Effects of organic matter added to very acid soils on pH, aluminium, exchangeable NH_4^+ and crop yields. **Soil Science**, v. 119, p. 227-237, 1975.

IBGE. Produção Agrícola Municipal – Pará, Belém, 1999.

KOH, S.H.; P'ING, T.S. Land application of palm oil mill effluent (POME) using sprinklers. **Proc. PORIM National Workshop on Oil Palm: Product Utilisation**, Kuala Lumpur, 1981.

LAMADE, E. Oil palm and carbon sequestration: what could be reasonably expected? In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL "AGRONEGÓCIO DO DENDÊ: UMA ALTERNATIVA SOCIAL, ECONÔMICA E AMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA", 2000, Belém, PA. **Resumos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 55-58. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 60).

LIM, K.H.; WOOD, B.J.; LAI, A.L. POME on oil palm through flat-bed system. **Proc. Seminar on Land Application of Oil Palm and Rubber Factory Effluents**, Serdang. 1983

MACEDO, J.L.V. de, RODRIGUES, M. do R.I. Solos da Amazônia e o cultivo do dendezeiro. In: VIEGAS, I. de J. M.; MULLER, A.A. (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. Cap. 11, p. 73-87.

MOREIRA, F.C. Pudrición del cogollo en la palma africana de aceite en Ecuador. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL "AGRONEGÓCIO DO DENDÊ: UMA ALTERNATIVA SOCIAL, ECONÔMICA E AMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA", 2000, Belém, PA. **Resumos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000, p. 47-48. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 60).

PACHECO, A.R.; TAILLEZ, B.J.; SOUZA, R.L.R.; LIMA, E.J. Les deficiences minerales du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) dans region de Belem, Pará (Brésil) . **Oleagineux**, v. 40, n. 6, p. 295-309, 1985.

PIONKE, H.B.; COREY, R.B. Relations between acidic aluminium and soil pH, clay and organic matter. **Revista de Agricultura**, v. 31, p. 749-752, 1967.

POON, Y.C. Recycling POME in the field. H.M.P.B. Internal Report. 1982. (PRECISO DA PUBLICAÇÃO PARA NORMALIZAR).

ROCCA, A.O. 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).

RODRIGUES, A.S.; SCHAEFER, R. Interaccion inter matéria organica y aluminio en un suelo hidromorfico derivado de cenizas volcánicas. **Turrialba**, v. 21, p. 149-156, 1971.

RODRIGUES, M. R. L. **Resposta do dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq.) à aplicação de fertilizantes nas condições do médio Amazonas**. 1993. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.

SOUZA, R.L.R. de A. 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. Kemeteriam Perusahaan Utama: PORIM, 1984. 24p.

THOMAS, G. W. Effects of eletrolyte imbebiton upon cation exchange behavior of soils. **Soil Science Society American Proceedings**, v. 24, p. 329-332, 1975.

VEIGA, A.S.; SMIT, L.; FÚRIA, L.R.R. Avaliação do dendezeiro como opção para o sequestro de carbono na Amazônia. In: VIEGAS, I. de J.M; MULLER, A.A. (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. Cap. 7, p. 125-144.

VIEGAS, I. de J. M. **Crescimento do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), concentração, conteúdo e exportação de nutrientes nas diferentes partes de plantas com 2 a 8 anos de idade, cultivadas em Latossolo Amarelo distrófico em Tailândia, Pará**. 1993. 217 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

VIÉGAS, I. de J.M.; BOTELHO, S.M. Nutrição e adubação do dendezeiro. In: VIEGAS, I. de J.M; MULLER, A.A. (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. Cap. 11, p. 229-273.

VIEIRA, L.S.; SANTOS, P.C.T. dos. **Amazônia, seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Amazônia CERES, 1987. 420 p.

YEOW, K.H.; ZIN, Z.Z. MOPGC/PORIM. Progress report on palm oil effluent utilisation. Proc. PORIM **National Workshop on Oil Palm: Product Utilisation**, Kuala Lumpur, 1981.



Amazônia Oriental

CGPE 3011

Patrocínio



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

