



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA, POTÁSSICA E MAGNESIANA SOBRE A PRODUÇÃO E TEOR DE NUTRIENTES EM DENDEZEIROS (*Elaeis guineensis* Jacq.) NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PARÁ.

WALDEMAR PADILHA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do curso de Pós - Graduação em Agronomia, Área de Concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de **Mestre**.

Orientador

Eng. Agrônomo Prof. Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas

**BELÉM – PARÁ
2005**



**MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA, POTASSICA E MAGNESIANA SOBRE A PRODUÇÃO E TEOR DE NUTRIENTES EM DENDEZEIROS (*Elaeis guineensis* Jacq.) NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PARÁ.

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Pós- Graduação em Agronomia, Área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de **Mestre**.

Dissertação aprovada em 21 de outubro de 2005

Banca Examinadora:

Eng. Agrônomo Prof. Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas
Orientador
Embrapa Amazônia Oriental

Eng. Agrônomo Prof. Dr. Antonio Rodrigues Fernandes
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Eng. Agrônomo Dr. Heráclito Eugenio Oliveira da Conceição
Embrapa Amazônia Oriental

Eng. Agrônomo Dr. Dílson Augusto Capucho Frazão
Embrapa Amazônia Oriental

As minhas filhas:

Michele Fernanda e Ana Paula

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Deus todo poderoso, por conduzir-me a mais esta vitória.

Ao Eng. Agrônomo Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas pela orientação, amizade, incentivo e apoio ao longo do curso.

Ao Eng. Agrônomo Dr. Dilson Augusto Capucho Frazão pela co-orientação e apoio e ao Eng Agrônomo M Sc. Antonio Agostinho Müller pelas correções e sugestões.

Ao Eng. Agrônomo Professor Dr. George Rodrigues da Silva como coordenador do curso de mestrado, co-orientador e pelo apoio durante o curso.

Ao pesquisador Eng. Agrônomo Dr. Abílio Rodrigues Pacheco e aos pesquisadores franceses Robert Ochs e Francis Corrado, pela valiosa colaboração na condução desta pesquisa

Aos colegas Engenheiros Agrônomos Isaac Newton Cecin da Silva, Jessivaldo Rodrigues Galvão, Rita de Cássia Z. Toffoli, Luiz Freitas, Ricardo Augusto Cordeiro, Magda Silva Reis, Jorge Pinheiro, Felício H. Inada, Edson Carlos S. Lopes e José Nilton da Silva, pela convivência saudável e companheira.

As colegas Eng. Agrônoma Gizele Odete de Sousa e a Geógrafa Clotilde Leal pelo companheirismo e apoio nos trabalhos de informática.

A colega Eng. Agrônoma Maria Alice Alves Thomaz e ao Eng. Agrônomo Dr. Saturnino Dutra pelas análises estatísticas.

Aos amigos Celino Rodrigues da Silva e Elias Henriques da Silva que tanto me apoiaram.

A Universidade Federal Rural da Amazônia e a Embrapa Amazônia Oriental pela oportunidade da realização do curso.

A Companhia Real Agroindustrial, do grupo Agropalma, por disponibilizar a área experimental que permitiu o desenvolvimento da pesquisa.

A Universidade Federal Rural da Amazônia e a Embrapa Amazônia Oriental pela oportunidade da realização do curso.

A todos os professores da Universidade Federal Rural da Amazônia que tantos conhecimentos disponibilizaram.

SUMÁRIO

	p.
LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
CAPÍTULO 1: EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA, POTÁSSICA E MAGNESIANA SOBRE A PRODUÇÃO E TEOR DE NUTRIENTES EM DENDEZEIROS (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA-PARÁ	11
1.1. RESUMO	11
1.2. ABSTRACT	12
1.3. INTRODUÇÃO	13
1.4. REVISÃO DE LITERATURA	15
1.4.1. Importância Socioeconômica do Dendzeiro	15
1.4.2. Condições Edafoclimáticas	17
1.4.2.1. Clima	17
1.4.2.2. Solos	18
1.4.4. Nutrição e Adubação do Dendzeiro	19
1.4.4.1. Nitrogênio	20
1.4.4.2. Fósforo	22
1.4.4.3. Potássio	24
1.4.4.4. Cálcio	26
1.4.4.5. Magnésio	27
1.4.4.6. Enxofre	28
1.4.4.7. Boro	29
1.4.4.8. Cloro	32
1.4.4.9. Cobre	33
1.4.4.10. Ferro	34
1.4.4.11. Manganês	35
1.4.4.12. Zinco	36
1.4.5. Interações entre Nutrientes no dendzeiro	37
1.5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	40
CAPITULO 2: EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA, POTASSICA E MAGNESIANA SOBRE A PRODUÇÃO EM DENDEZEIROS (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS NO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PARÁ	46
2.1. RESUMO	46
2.2. ABSTRACT	47
2.3. INTRODUÇÃO	48
2.4. MATERIAL E METODOS	50
2.4.1. Caracterização da área	50
2.4.2. Preparo da área e material vegetal utilizado	52
2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56

2.5.1. Efeito da adubação fosfatada sobre a produção de dendzeiros	56
2.5.2. Efeito da adubação potássica sobre a produção de dendzeiros	61
2.5.3. Efeito da adubação magnesiana sobre a produção de dendzeiros	64
2.6. CONCLUSÕES	64
2.7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	65
CAPITULO 3: EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA, POTASSICA E MAGNESIANA SOBRE O TEOR DE NUTRIENTES EM DENDEZEIROS (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA - PARÁ	66
3.1. RESUMO	66
3.2. ABSTRACT	67
3.3. INTRODUÇÃO	68
3.4. MATERIAL E METODOS	70
3.4.1. Caracterização da área	70
3.4.2. Preparo da área e material vegetal utilizado	73
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
3.5.1. Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de nutrientes de dendzeiros	74
3.5.2. Efeito da adubação potássica sobre o teor foliar de nutrientes de dendzeiros	80
3.5.3. Efeito da adubação magnesiana sobre o teor foliar de nutrientes de dendzeiros	81
3.6. CONCLUSÕES	82
3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	83
ANEXO I	87
ANEXO II	93

LISTA DE TABELAS

	pag
Tabela 1: Análise química e granulométrica do solo da área experimental.....	50
Tabela 2: Épocas, doses e fontes de fertilizantes utilizados no experimento.....	52
Tabela 3: Precipitação pluviométrica e déficit hídrico no período de 1989 a 1995.....	59
Tabela 4: Análise química e granulométrica do solo da área experimental.....	71
Tabela 5: Épocas, doses e fontes de fertilizantes utilizados no experimento.....	72
Tabela 6: Efeito da adubação magnésiana sobre o número médio de cachos por planta, produção média de cachos por planta e produtividade por hectare, em dendezeiros, do sexto ao décimo primeiro anos de idade.....	85
Tabela 7: Efeito da adubação fosfatada, potássica e magnésiana no teor de nutrientes do oitavo ao décimo primeiro anos de idade.....	86

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1	Croqui da distribuição das plantas da área experimental.....54
Figura 2	Croqui da distribuição dos tratamentos da área experimental.....55
Figura 3	Efeito da adubação fosfatada sobre o número médio de cachos por planta do sétimo ao décimo anos de idade.....56
Figura 4	Efeito da adubação fosfatada sobre o peso médio de cachos por planta, do sexto ao décimo primeiro anos de idade.....58
Figura 5	Efeito da adubação fosfatada sobre a produtividade do dendezeiro, do sexto ao décimo primeiro anos de idade.....60
Figura 6	Efeito da adubação potássica sobre o peso médio de cachos por planta, do oitavo ao décimo primeiro anos de idade.....62
Figura 7	Efeito da adubação potássica sobre a produtividade do dendezeiro, do oitavo ao décimo primeiro anos de idade.....63
Figura 8	Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de nitrogênio, na folha 17 do dendezeiro, do nono ao décimo primeiro anos de idade.....74
Figura 9	Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de fósforo, na folha 17 do dendezeiro, do oitavo ao décimo primeiro anos de idade.....76
Figura 10	Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de potássio, na folha 17 do dendezeiro, do nono ao décimo primeiro anos de idade.....77
Figura 11	Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de cálcio, na folha 17 do dendezeiro, do nono ao décimo primeiro anos de idade.....78
Figura 12	Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de enxofre, na folha 17 do dendezeiro ao nono ano de idade.....79
Figura 13	Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de boro, na folha 17 do dendezeiro, ao nono e décimo primeiro anos de idade.....80

Figura 14	Efeito da adubação magnesiana sobre o teor foliar de magnésio, na folha 17 do dendezeiro, ao nono ano de idade.....	81
Figura 15	Efeito da adubação magnesiana sobre o teor foliar de cálcio, na folha 17 do dendezeiro, ao nono ano de idade.....	82

CAPÍTULO 1: EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA, POTÁSSICA E MAGNESIANA SOBRE A PRODUÇÃO E TEOR DE NUTRIENTES EM DENDEZEIROS (*Elaeis guineensis* Jacq.) NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PARÁ.

1.1. RESUMO

A cultura do dendezeiro desponta como a grande alternativa econômica e social para o Estado do Pará, inclusive para a pequena propriedade. Com o objetivo de estudar as doses mais adequadas para determinar a melhor produtividade e teor de nutrientes, na folha 17 em dendezeiros, foi desenvolvido este trabalho, em Latossolo Amarelo textura média, na Companhia Real Agroindustrial, localizada no município de Tailândia-PA. Foi adotado o delineamento de blocos ao acaso, com fatorial 4x3x2 e duas repetições, sendo 4 doses de fósforo, 3 doses de potássio e 2 doses de magnésio. Foi avaliado o número médio de cachos por planta, peso médio de cachos por planta, produtividade e o teor de nutrientes, na folha 17 do dendezeiro, em função das doses de fósforo, potássio e magnésio. A aplicação de fósforo determinou aumentos no número médio de cachos por planta, peso médio de cachos por planta e produtividade do sexto ao décimo primeiro anos de idade. A aplicação de potássio influenciou no peso médio de cachos e produtividade do oitavo ao décimo primeiro anos de idade. A aplicação de magnésio não influenciou o número médio de cachos por planta, peso médio de cachos por planta e produtividade. A aplicação de fósforo promoveu aumentos nos teores foliares de nitrogênio, fósforo, cálcio, enxofre, cloro e boro e redução de potássio e nenhuma influência nos de ferro, cobre, manganês e zinco. A aplicação de cloreto de potássio não promoveu efeitos nos teores foliares dos nutrientes, entretanto reduziu os de magnésio. A aplicação de sulfato de magnésio aumentou os teores foliares de magnésio e reduziu os de cálcio, os demais nutrientes não foram influenciados.

Palavras chave: 1. Nutrição mineral. 2. Adubação. 3. Dendê. 4. Níveis foliares. 5. Tailândia.

CHAPTER 1: BUNCH PRODUCTION AND CONCENTRATION OF NUTRIENTS IN OIL PALM TREES (*Elaeis guineensis* Jacq.) AT THAILAND, PARA, BRAZIL AS FUNCTION OF P, K AND Mg FERTILIZERS.

1.2. ABSTRACT : Oil palm is one of the best agricultural alternatives, including for the small holder, in the State of Para, Brazil. This work had the objectives to determine the effect of P, K and Mg on bunch production and nutrient content in the leaf of oil palm trees. The experiment was made in field conditions in the Agro-industrial Real Company, of the Agropalma Group, in the town of Thailand. A randomized block experimental design with treatments arranged in a 4 x 3 x 2 factorial with two replicates of 16 plants/plots was used. Treatments were 4 levels of phosphorus, 3 levels of potassium and 2 levels of magnesium. Variables collected were bunch production/ha, numbers of bunches (NMCP) and average weight of bunches by plant. Concentration of nutrients in oil palm leaf 17 related to doses of phosphate, potassium chloride and magnesium sulphate were also determined. P application increased the bunch production, numbers of bunches (NMCP) and average weight of bunches by plant from sixth to eleventh year of plant age. P application also increased leaf content of N, P, Ca, S, Cl, B; decreased K content and did not influence the levels of Fe, Mn, Cu, and Zn. K application increased bunch production and average weight of bunches from the eight to eleventh year of the plant age. K application reduced levels of magnesium and did not influence levels of other nutrients in the leaf of oil palm. Mg application did not influence bunch production, numbers of bunches or average weight of bunch by plant. However, Mg application increased the level of Mg and decreased the level of Ca in the leaf of oil palm tree.

Index Words: Mineral nutrition, Fertilizers, Oil palm, Leaf content of nutrients, Thailand.

1.3 INTRODUÇÃO

O dendezeiro (*Elaeis guineensis Jacq*) é uma palmeira produtora de óleo, introduzida no Brasil pelos escravos, mais precisamente no Estado da Bahia, onde suas sementes foram dispersas por animais silvestres, originando dendezais subespontâneos, onde até hoje são explorados de forma extrativista. Entretanto existem plantações onde a exploração é feita de forma comercial com processamento do óleo em fabricas. O dendezeiro inicia sua produção ao terceiro ano, e sua exploração tem uma vida útil econômica de 25 a 30 anos, dependendo do material genético. É a oleaginosa de maior produtividade variando de três a seis toneladas de óleo por hectare por ano nas populações subespontâneas e nas plantações com materiais genéticos melhorados, respectivamente.

O óleo de palma ocupa hoje o segundo lugar em produção mundial de óleos e ácidos graxos, com perspectiva de ultrapassar o óleo de soja. É o primeiro óleo vegetal em volume comercializado no mercado mundial, isto graças ao seu baixo custo de produção, boa qualidade e ampla utilização. Este óleo serve de suporte para dois grandes setores industriais; indústria de óleos comestíveis e indústria oleoquímica. Dentre os óleos vegetais, tecnicamente, o óleo de palma se apresenta ainda como um dos melhores qualificados para substituição do óleo diesel, por seu baixo custo de produção, alta produtividade e zonas de produção, não competindo com outros cultivos alimentares (AGRIANUAL, 2004).

O óleo de dendezeiro é muito conhecido pela excelente estabilidade a altas temperaturas. Isto se deve ao baixo teor de ácidos graxos insaturados e alto nível de antioxidantes naturais, aumentando a sua resistência a rancificação e tornando-o menos suscetível a polimerização, proporcionando assim maior tempo a alimentos formulados com este, também pode ser utilizado como azeite de mesa (frituras), na composição de margarinas e maioneses, obtenção de vitamina A (carotenóides) e E (tocoferóis), ácidos graxos, fabricação de biscoitos, na panificação, fabricação de sabões, detergentes, velas, na siderurgia, para laminação de chapas e como combustível para motores a combustão tanto móveis como estacionários (PINTO, 1997).

Na Amazônia brasileira, o primeiro plantio de dendezeiro foi realizado em 1951, através do antigo Instituto Agrônomo do Norte (IAN), hoje Embrapa Amazônia Oriental. Em moldes

empresariais o cultivo do dendzeiro no estado do Pará, foi iniciado em 1968, com a implantação de 1.500 hectares (ha) pela Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), vendido posteriormente para a empresa Dendê do Pará S/A (DENPASA), de capital privado (M LLER et al., 1988).

A produtividade média, em plantios irrigados na Malásia alcança rendimentos de 35 t por ha, em relação aos plantios conduzidos em nossas condições, portanto uma produtividade que pode ser melhorada com a ajuda da pesquisa em dendzeiros.

O total de área cultivada com dendzeiros no Brasil, atualmente, esta em torno de 60.000 ha. O Estado do Pará detém 82% desta área, ou seja, 49.500 ha. A produção total brasileira, de óleo de palma, é de 124.000 t e o Estado do Pará responde por 85%, ou seja, 106.000 t (AGRIANUAL, 2004).

O país dispõe, na Região Amazônica, de extensas áreas com condições edafoclimáticas propícias para expansão da dendecultura. Apesar dessas condições favoráveis, ha necessidade de solucionar, através de ações de pesquisa, alguns problemas limitantes, entre eles, a baixa produtividade média de óleo por hectare. Um dos principais fatores da baixa produtividade é a nutrição e adubação inadequada dos dendzeiros (VIÉGAS, 1993). Necessita-se de mais informações sobre a nutrição do dendzeiro para as condições da Amazônia, apesar das pesquisas terem sido iniciadas em 1968 no município de Benevides/PA, com Pacheco et al (1985) e posteriormente por Rodrigues (1993), Viégas (1993), Santos (1999) e Pimentel (2001).

Com base nestas considerações, foi desenvolvido este trabalho, com o objetivo de avaliar o efeito da adubação fosfatada, potássica e magnésiana, sobre a produção e teor de nutrientes, na folha 17 em dendzeiros, nas condições edafoclimáticas do município de Tailândia, Pará.

1.4 REVISÃO DE LITERATURA

1.4.1. IMPORTÂNCIA SOCIO-ECONÔMICA DO DENDEZEIRO

A produção ocorre ininterruptamente durante todo o ano, constituindo-se em uma das opções econômicas e ecológicas mais recomendáveis para a região (SERRUYA et al. 1991).

A fração líquida do óleo de palma, denominada oleína, rica em carotenóides, pode ser adicionada a outros óleos, como soja e algodão, impedindo a solidificação destes em países de clima frio. A fração sólida, ou estearina é adicionada a outros óleos para aumentar o ponto de fusão, sendo mais econômico que o processo de hidrogenação para formulação de margarinas (PALM OIL, 1996).

O óleo de dendezeiro é muito conhecido pela excelente estabilidade a altas temperaturas. Isto se deve ao baixo teor de ácidos graxos insaturados e alto nível de antioxidantes naturais presentes neste óleo, aumentando a sua resistência a rancificação e tornando-o menos suscetível a polimerização, proporcionando assim, maior tempo a alimentos formulados com óleo de palma. Também pode ser utilizado como azeite de mesa (frituras), na composição de margarinas e maioneses, obtenção de vitamina A (carotenóides) e E (tocoferóis), ácidos graxos, fabricação de biscoitos, na panificação, fabricação de sabões, detergentes, velas, na siderurgia, para laminação de chapas e como combustível para motores à combustão, tanto móveis como estacionários O óleo da amêndoa ou de palmiste é um óleo mais nobre e utilizado na confecção de confeitos, chocolates, cosméticos em geral como: bronzeadores, cremes de beleza, sabonetes finos, pomadas e compostos gordurosos A torta da amêndoa é utilizada na fabricação de rações animais e também pode ser utilizada como fertilizante orgânico. O endocarpo pode ser usado na fabricação de carvão, lonas de freios e capeamento de estradas (PINTO, 1997).

As fibras dos frutos e os cachos vazios são utilizados como fertilizantes nos próprios plantios, como combustível em caldeiras e substratos para plantas ornamentais.

O óleo de palma ocupa hoje o segundo lugar em produção mundial de óleos e ácidos graxos, com perspectiva de ultrapassar o óleo de soja. É o primeiro óleo vegetal em volume comercializado no mercado mundial, isto graças ao seu baixo custo de produção, boa qualidade e ampla utilização. O óleo de palma serve de suporte para dois grandes setores industriais; indústria

de óleos comestíveis e indústria oleoquímica. Dentre os óleos vegetais, tecnicamente, o óleo de palma se apresenta ainda como um dos melhores qualificados para substituição do óleo diesel, por seu baixo custo de produção, alta produtividade e zonas de produção, não competindo com outros cultivos alimentares. O total de área cultivada com dendezeiros no Brasil, atualmente, esta em torno de 60.000 ha. O Estado do Pará detém 82% desta área, ou seja, 49.500 ha. A produção total brasileira, de óleo de palma, é de 124.000 t e o Estado do Pará responde por 85%, ou seja, 106.000 t (AGRIANUAL, 2004).

O desenvolvimento da oleoquímica vem criando novos usos para o óleo de palma em uma velocidade surpreendente com incontestáveis vantagens aos países produtores, tanto pela expansão dos mercados, quanto pelo maior valor agregado dos produtos ofertados. Os resultados de pesquisas nas áreas de nutrição e saúde vêm desmistificando falsas crenças e revelando excelentes qualidades nutricionais do óleo de palma, abrindo novas perspectivas de mercados anteriormente fechados e restritivos a este produto (PINTO, 1997).

A cultura de dendezeiro tem uma importante participação na questão ambiental, pois além de ser grande consumidora de CO₂ adapta-se satisfatoriamente em solos que já foram continuamente utilizados com pastagens ou culturas de subsistência, vegetando bem em solos ácidos e de textura média, sendo considerada como uma planta de reflorestamento, além da forte conotação social e econômica, ocupando considerável quantidade de mão-de-obra (VEIGA et al. 2000). Ainda, de acordo com o mesmo autor, o dendezeiro, apresenta um potencial considerável para imobilizar o carbono atmosférico. Na absorção de CO₂ o dendezeiro (produção de 30,3 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca) perde somente para o eucalipto, (produção de 35, 2 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca) superando florestas temperadas (17, 9 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca de espécies como pinheiro e salgueiro) e até mesmo florestas tropicais (16,0 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca como por exemplo o mogno).

Considerando que uma família necessita derrubar e queimar um hectare por ano para sua subsistência, em um período equivalente à vida útil de um dendezeiro, em média 25 anos, de acordo com Veiga et al. (2000), e que uma família consegue manter-se com uma área de 6 ha de dendezeiros, esta família desmataria 25 ha, logo, para 6,0 ha de dendezeiros plantados se evitaria que fossem derrubados 25 ha de mata, o que resultaria em uma relação de 4,16 ha de mata conservada para cada hectare plantado com dendezeiros. Considerando-se que em um hectare de

floresta densa estariam armazenados, em média 163,0 t de carbono, teoricamente, teríamos uma economia de 778,0 t de carbono nos 4,16 ha de mata conservada, segundo Veiga et al. (2000).

Levando-se em consideração, o preço atual de cachos de frutos frescos de R\$ 155, 00 por tonelada, em um hectare, com uma produtividade de 20 t ha⁻¹, a renda bruta seria de R\$ 3.100,00 por unidade de área por ano, para o pequeno produtor.

Na Malásia a cadeia produtiva do dendê, envolve em torno de 400.000 famílias e as plantações em torno de 380.000 trabalhadores diretos com 3.500.000 ha plantados e 10.500.000 toneladas de óleo produzido movimentando, em exportações de óleo, um volume de US\$ 5,5 bilhões (SUKAIMI, 1999). Em relação ao estado do Pará estima-se uma utilização direta de mão de obra de 10.000 trabalhadores, considerando-se que um emprego direto para cada cinco hectares de dendezeiros, e, movimentar um volume de recursos em torno de US\$ 80 milhões, somando-se os óleos de polpa e palmiste, envolvendo, ainda uma economia paralela, desde a produção de sementes até a indústria alimentícia. No Estado do Pará, (Muller, 2000), estimou, haver, aproximadamente, 5.000.000 de hectares aptos para a cultura, dando uma idéia da magnitude da importância econômica que a dendeicultura pode representar para o Estado.

O consumo percapita de óleo de palma em 2003 a nível mundial correspondeu a 4,10 kg para uma produção 26,733 milhões de t com um aumento de 61% de consumo percapita mundial do óleo (AGRIANUAL, 2004).

As plantações de dendezeiros na Amazônia podem representar uma alternativa viável, quanto à ocupação de áreas abandonadas devido à agricultura itinerante, pois se tratando de uma cultura perene de grande porte e com alta capacidade de fixação de carbono, assemelha-se à floresta tropical, contribuindo para a redução dos impactos ambientais, originados pelo desmatamento (CABRAL, 2000).

1.4.2. CONDIÇÕES EDAFOCLIMATICAS

1.4.2.1. CLIMA

Sendo, o dendezeiro uma palmeira de origem intertropical, esta cultura é bastante exigente em insolação, temperatura, umidade do ar e pluviometria, portanto requisitos fundamentais para um bom crescimento, desenvolvimento e rendimento.

O Estado do Pará apresenta uma grande área considerada satisfatória para o desenvolvimento da cultura, porém, o pólo com clima satisfatório para o dendezeiro do Estado

concentra-se basicamente entre 1° a 3° de latitude sul e 47° e 49° de longitude oeste de Greenwich (BASTOS, 2000). Nesta localização a pluviometria varia de 2.200 mm a 3000 mm anuais, porém, segundo Hartley (1977), uma precipitação de 2000 mm bem distribuída já atende as necessidades da cultura. Na região maior produtora do Estado, que compreende os municípios de Mojú, Acará e Tailândia, o regime de chuvas caracteriza-se por um período chuvoso e outro menos chuvoso. O período mais chuvoso inicia-se normalmente em dezembro estendendo-se até junho, porém, podendo apresentar variação e neste período, a precipitação é igual ou maior que a evapotranspiração, gerando excedentes hídricos. O período menos chuvoso é bastante variável nestas regiões produtoras, podendo se estender por 2 a 5 meses de acordo com as influencias climáticas como massas de ar, brisas marítimas, cobertura florestal ou outros efeitos que são de ocorrência esporádica, semelhante ao efeito “el niño” (BASTOS, 2000).

Em outra região produtora do Estado do Pará, envolvendo os municípios mais próximos de Belém (Benevides, Santa Izabel e Santo Antonio do Tauá), no período menos chuvoso não ocorre deficiência, chovendo praticamente durante o ano todo, reduzindo um pouco a intensidade no período de junho a dezembro. Quanto ao fator temperatura, este é menos variável, apresentando pequena oscilação durante o ano com médias anuais, oscilando em torno de 26°C (BASTOS, 2000). A temperatura máxima de 32°C a 33°C e a mínima entre 22°C e 23°C demonstram uma pequena amplitude térmica o que é desejável para a cultura. Os fatores insolação e umidade relativa do ar não apresentam na região limitação para o dendezeiro. A umidade relativa do ar média na região produtora está em torno de 80 a 85%, (BASTOS, 2000).

1.4.2.2. SOLOS

A maioria dos solos da Amazônia é derivada de rochas sedimentares que apresentam uma fertilidade natural muito baixa, porém são profundos, permeáveis, bem drenados, podendo apresentar, elevada produtividade sob um bom manejo, (MACEDO; RODRIGUES, 2000). A Amazônia brasileira, por se tratar de uma grande bacia sedimentar onde houve deposição de materiais das mais diferentes origens, possui grande variedade de solos (VIEIRA e SANTOS, 1987). Dentre as unidades taxonômicas predominantes nos ecossistemas de terra firme, merecem destaque os Latossolos (MACEDO; RODRIGUES, 2000). São solos em avançado estágio de intemperização, onde a fração areia é constituída praticamente por minerais quartzosos. Na fração argila predomina a caulinita, podendo ocorrer ainda gibsitita, goethita e hematita. São solos

quimicamente pobres, capacidade de troca catiônica efetiva baixa e baixo teor de matéria orgânica. Os teores de cátions básicos (Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+1}) são normalmente baixos. Em virtude da baixa capacidade de troca catiônica e devido ao elevado teor da Al^{+3} , o complexo de troca encontra-se saturado com este íon, conferindo um caráter distrófico a grande maioria dos Latossolos, (PEREIRA, 1987; RODRIGUES et al. 1996).

O dendezeiro pode ser cultivado em grande parte dos solos de regiões tropicais. Deve-se, entretanto, escolher solos bem drenados evitando-se os solos muito arenosos e as características físicas do Latossolo segundo Macedo e Rodrigues (2000), são adequadas ao cultivo desta *Arecaceae*, desde que corrigidas as limitações químicas.

Pesquisas realizadas na Costa Rica por Peralta et al. (1985) concluíram que boas características físicas do solo contribuem significativamente para o aumento da produtividade e melhor aproveitamento das adubações.

1.4.4. NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DO DENDEZEIRO

A nutrição mineral do dendezeiro tem sido estudada há algum tempo, podendo se destacar os estudos de Hale (1947), Champman e Gray (1949), Broeshardt (1956), Prevot e Ollagnier (1956), Prevot e Peyre de Montbreton (1960), Bachy (1964), Ochs e Olivin (1977) e Uexkull e Fairhurst (1991). No Brasil as pesquisas foram realizadas por Pacheco et al. (1968), Chepote et al. (1968), Viégas (1993), Rodrigues (1993), Santos (1999), Viégas e Botelho (2000) e Pimentel (2001). Estes estudos permitiram, obter informações valiosas sobre as doses mais adequadas de fertilizantes associadas aos teores nas folhas 9 e 17, que são fundamentais para subsidiar um programa de fertilização.

Bachy (1964) obteve os primeiros níveis foliares em dendezeiro adulto, utilizando-se da folha 17 determinando as seguintes concentrações: 26,0 g kg^{-1} de N; 1,50 g kg^{-1} de P; 10,0 g kg^{-1} de K; 6,0 g kg^{-1} de Ca e 2,4 g kg^{-1} de Mg, Verkhoven (1965), concluiu que a exigência nutricional até o terceiro ano é pequena, e que do terceiro até os doze anos aumentam gradativamente.

Os principais resultados obtidos com teores de nutrientes em dendezeiros foram os de Ng et al. (1968) na Malásia, trabalhando em plantas adultas, onde um maior teor de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas mostraram efeitos positivos no crescimento e produção do dendezeiro.

Trabalhando com absorção de nutrientes NG et al. (1977), obtiveram resultados que mostraram a importância de uma boa nutrição na idade jovem para a precocidade de produção e um aumento mais acentuado, facilitando a amortização de investimentos.

Para Uexkull e Fairhurst, (1991) em torno de 25% do material colhido pode ser retornado novamente ao campo. Estas práticas disponibilizam o fósforo que segundo Rheinheimer (2000), além da redução do efeito tóxico do alumínio provocam a melhoria na estrutura do solo.

Trabalhos desenvolvidos na cultura do dendezeiro na Amazônia por Viégas, (1993); Rodrigues (1993); Santos (1999) e Pimentel (2001), sobre nutrição mineral e adubação, respectivamente, têm sido importante para a recomendação de adubação para esta cultura.

1.4.4.1. NITROGÊNIO

O nitrogênio é responsável por cerca de 5% da fração orgânica do solo e aproximadamente 98% do elemento no solo está na forma orgânica e somente 2% na forma mineral, sendo a quantidade de nitrogênio no solo influenciado, em linhas gerais, pelos mesmos fatores de que depende a matéria orgânica. O nitrogênio é importante para todas as reações enzimáticas nos vegetais, sendo absorvido como íon amônio (NH_4^{++}) ou como nitrato (NO_3^{-}) e participa diretamente na fotossíntese (MALAVOLTA, 1980).

As propriedades físicas do solo são muito importantes para o dendezeiro, mais que a sua fertilidade, entretanto, o dendezeiro apresenta maior produtividade em solos bem equilibrados quimicamente (OLLAGNIER et al. 1970). Se a drenagem for insuficiente provoca asfixia das raízes das plantas e interrupção na nitrificação, que se traduz por um amarelecimento característico da deficiência de nitrogênio, com isso esses autores estimaram que as necessidades anuais de um hectare de dendezeiro, produzindo 15 t $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de cachos seriam; para o N, de 90,0 kg $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$; para o Mg, de 20,0 kg $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$; e para o P, de 15,0 kg $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$. Se qualquer um destes nutrientes estiver em falta, a nutrição da planta será deficiente ou desequilibrada, acarretando diminuição na produção, a menos que se recorra à adubação. No Estado do Pará, Viégas (1993), observou que seria necessário 100,0 kg. $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de nitrogênio considerando a produção de 15,0 t $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de cachos, portanto exportação bem próxima a de (OLLAGNIER et al. 1970)

Os teores foliares de N no dendezeiro variam, normalmente de 23,0 a 30,0 g kg⁻¹ de N, segundo a idade e o meio (KNECHT et al. 1977), estudando a variação dos teores de nutrientes nas folhas com a idade das plantações, sugeriram como nível crítico do nitrogênio, para as plantas com menos de 10 anos, 27,0 g kg⁻¹ de N; entre 10 e 20 anos, 25,0 g kg⁻¹ de N; e entre 20 e 30 anos, 23,0 g kg⁻¹ de N.

Pacheco et al. (1985) não obtiveram resposta do dendezeiro à adubação nitrogenada sobre as variáveis de produção (kg de cachos planta⁻¹ e número médio de cachos planta⁻¹), apesar da concentração de nitrogênio, na folha 17, ter melhorado em alguns anos, obteve concentrações de 22,2 g kg⁻¹ a 27,0 g kg⁻¹ de N na folha 17, em um experimento fatorial 2⁴ (dois níveis de N, P, K e Mg) conduzido durante 15 anos no município de Santa Bárbara do Pará, em um Latossolo Amarelo textura média, pobre em N e extremamente deficiente em P. Esta falta de resposta a adubação nitrogenada, segundo o autor, deveu-se ao fornecimento de N pela leguminosa *Pueraria phaseoloides* usada como cobertura de solo na cultura.

Estudando os efeitos da adubação NPK no crescimento e na produção do dendezeiro na Bahia, em Latossolo Vermelho-Amarelo, variação tabuleiro (haplorthox), Chepote et al. (1988), constataram que as respostas mais expressivas foram obtidas com a aplicação de 60,0; 60,0 e 120,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

Uexkull e Fairhurst (1991) constataram que o teor ótimo de nitrogênio na folha 17 de dendezeiro é de 25,0 a 30,0 g kg⁻¹ de N. Segundo o mesmo autor, teores de nitrogênio abaixo de 25 g kg⁻¹, em palmas jovens, indicam deficiência e em palmas velhas, teores menores que 23,0 g kg⁻¹, também demonstram deficiência, e, propõem a necessidade de aplicação deste nutriente. Viégas (1993), estudando a marcha de absorção de dendezeiros com dois a oito anos de idade, em Tailândia-PA, constatou que o teor de nitrogênio nos folíolos variou de 14,8 a 23,8 g kg⁻¹ de N.

Avaliando a resposta do dendezeiro a aplicação de fertilizantes, em experimento conduzido em um Latossolo Amarelo, textura muito argilosa, na região de Manaus-AM, Rodrigues, (1993) observou que nos quatro anos de produção avaliados, a uréia não influenciou nos parâmetros de produção, pois a leguminosa *Pueraria phaseoloides* implantada no primeiro ano de plantio, como cobertura de solo, foi suficiente no suprimento de nitrogênio para o dendezeiro. O mesmo autor verificou que a nutrição nitrogenada, na ausência da adubação fosfatada, mostrou-se significativamente deficitária, condicionando teores foliares de nitrogênio muito baixos.

Determinando o conteúdo de nutrientes em *Pueraria phaseoloides*, Perez (1997), verificou que, as quantidades fornecidas pela leguminosa para a cultura do dendezeiro, variaram em quantidade de fertilizante uréia, de 455 kg ha⁻¹ no segundo ano a 30 kg ha⁻¹ no oitavo ano, demonstrando com isso um bom fornecimento deste nutriente.

Trabalhando com aplicação de NPK e Mg em dendezeiros em produção, na região de Tailândia PA, Santos (1999), obteve teores de nitrogênio de 23,7; 24,4 ; 24,7; 27,8 e 23,9 g kg⁻¹ de N aos 3, 4, 5, 6 e 12 anos, respectivamente, aplicando como fonte de fósforo o fosfino e, 24,7; 26,1; 25,2; 28,0 e 23,9 g kg⁻¹ de N aos 3, 4, 5, 6 e 12 anos, respectivamente, aplicando como fonte de fósforo o superfosfato triplo, observando com isso um teor maior, na folha 17, quando foi aplicado o superfosfato triplo, provavelmente por apresentar uma melhor solubilidade.

Estudando resposta de NPK e Mg em dendezeiros em produção, Pimentel (2001) não obteve resposta à aplicação nitrogenada (uréia) nas variáveis número médio de cachos por planta e produção durante nove anos de observação. Sendo número médio de cachos por plantas de 11,95 e 12,10 cachos planta⁻¹ aos 4 anos de idade e 8,45 cachos planta⁻¹ e 8,31 cachos planta⁻¹ aos 4 e 12 anos de idade sem aplicação e com aplicação de uréia, respectivamente. Com relação à produção obteve 6,07 t ha⁻¹ ano⁻¹ e 6,80 t ha⁻¹ ano⁻¹ aos 4 anos de idade, e, 14,06 t ha⁻¹ano⁻¹ e 13,92 t ha⁻¹ ano⁻¹, aos 12 anos sem aplicação e com aplicação de uréia respectivamente. Em experimento fatorial 3³ (P, K e Mg) com parcela subdividida (N), Lins, (2000) verificou que a produção de coco durante dez anos, na região de Mojú-PA, não foi afetada pela aplicação de nitrogênio na forma de uréia, possivelmente devido à influência da leguminosa *Pueraria phaseoloides*.

1.4.4.2. FÓSFORO

Os primeiros estudos sobre níveis críticos de fósforo, para dendezeiros, realizados por Bachy (1964) mostraram teor de fósforo de 1,5 g kg⁻¹ de P na folha 17 do dendezeiro. Para Uexkull e Fairhurst, (1991), a faixa ideal de fósforo é de 1,5 g kg⁻¹ a 1,9 g kg⁻¹ de P e teores inferiores a 1,3 g kg⁻¹ de P sinalizam uma deficiência, quando em combinação com altas concentrações de nitrogênio. O teor na folha 17 determinada por Rodrigues (1993), variou de 1,3 a 1,8 g kg⁻¹ de P.

Num ensaio em Latossolo Amarelo em Benevides - PA, Martin e Prioux (1972), evidenciaram o efeito acentuado do fósforo no crescimento e na nutrição mineral do dendezeiro. Pacheco et al. (1985) observaram que a adubação fosfatada permitiu aumento marcante de produção, com valores variando de 11,0 t de cachos ano⁻¹ (no sexto ano) a 15,0 t de cachos ano⁻¹ (no quinto ano). Resultados semelhantes foram também obtidos na Indonésia por Taniputra e Panjaitan, (1982) e na Malásia por Ng (1986).

No Sudoeste da Ásia, tem sido propostas faixas de teores ótimos para o fósforo, na folha 17, diminuindo à medida que as palmeiras se tornam mais velhas. Ng (1986) determinou que na idade de 1 a 3 anos a faixa ótima de fósforo seria de 1,70 a 1,90 g kg⁻¹ de P, de 4 a 9 anos de 1,60 a 1,70 g kg⁻¹ de P, de 10 a 15 anos de 1,55 a 1,65 g kg⁻¹ de P, de 16 a 20 anos de 1,50 a 1,55 g kg⁻¹ de P e, finalmente, na idade de 21 a 25 anos a faixa ótima de 1,40 a 1,50 g kg⁻¹ de P.

Segundo Uexkull (1991), o fósforo em comparação com muitos outros nutrientes, não mostra sintomas muito característicos, porém, palmas com deficiência de fósforo mostram copas pequenas, diâmetro reduzido e cachos pequenos, além de uma baixa taxa de produção, mas apesar disso os dendezeiros são muito eficientes em utilizar o fósforo do solo provavelmente devido a uma eficiente associação com micorrizas.

Na região Amazônica as plantações de dendezeiros estão localizadas em áreas que fazem parte do grande grupo dos Latossolos, os quais são pobres em fósforo o que, segundo Viégas (1993), é a causa principal da deficiência desse nutriente nas plantas. A utilização de fósforo pelos frutos chega a corresponder na média das idades em 10% a mais, em relação aos demais componentes da planta demonstrando, a importância desse nutriente para a sua formação. Considerando que os frutos são retirados do campo a reposição deste nutriente, assume maior importância. O referido autor obteve ainda, faixa de teores de fósforo, nos folíolos do dendezeiro, de 1,1 a 1,4 g kg⁻¹ de P em plantas com dois a oito anos de idade.

Rodrigues (1993) verificou que o teor de fósforo variou de 1,3 a 1,8 g kg⁻¹ de P, obtendo aumentos na produção de cachos de dendezeiro com aplicação de superfosfato triplo do quarto ao sétimo anos, variando de 5,15 t ha⁻¹ (500g planta⁻¹) no quinto ano a 13,73 t ha⁻¹ (1500 g planta⁻¹) no sexto ano.

Santos, (1999) estudando adubação em dendezeiro, obteve do terceiro ao oitavo anos produções de 1,58 t ha⁻¹; 9,36 t ha⁻¹, 10,29 t ha⁻¹; 18,03 t ha⁻¹ ;18,87 t ha⁻¹; 16,06 t ha⁻¹ respectivamente usando como fonte de fósforo o superfosfato triplo e produção de 1,05 t ha⁻¹ ;

7,16 t ha⁻¹; 8,14 t ha⁻¹; 16,11 t ha⁻¹; 16,31 t ha⁻¹; 14,30 t ha⁻¹ no mesmo período, respectivamente utilizando como fonte de fósforo, o adubo fosfino. Neste trabalho foi constatado também, ao comparar a eficiência técnica entre duas fontes de adubo fosfatado, o fosfino e o superfosfato triplo, observou que o fósforo na forma de superfosfato triplo influenciou positivamente na produção de dendezeiro do terceiro ao oitavo anos, sendo que a partir do nono ano se equivaleu ao do fosfino.

Em experimento com coqueiro para avaliar a produção de frutos durante dez anos, na região de Mojú-PA, Lins (2000) observou que em todos os anos a aplicação de fósforo influenciou de forma positiva à produção de frutos.planta⁻¹. Os coqueiros que não receberam o superfosfato triplo produziram, em média, 30% a menos do que as plantas que receberam este adubo.

Pimentel (2001), estudando a aplicação de fósforo em dendezeiros adultos verificou que a variável número médio de cachos por planta apresentou diferença significativa ao longo dos anos, com valores de 12,32 cachos planta⁻¹ (500g fosfino planta⁻¹), no quinto ano e 7,92 cachos planta⁻¹, no décimo segundo anos, que com o aumento da idade das plantas os cachos ficam mais pesados e em menor numero, já que o peso dos cachos foi aumentando com a idade. A variável peso médio de cachos por planta promoveu resposta à aplicação de fósforo em todos os anos estudados, com exceção do décimo segundo ano, obtendo no sexto ano 77,32 kg planta⁻¹ de cachos com aplicação de 1600 g de fosfino por planta a 135,75 kg planta⁻¹ no décimo ano, aplicando 2000 g por planta.

Com relação à produção em t cachos ha⁻¹, Pimentel (2001), observou resposta à aplicação de fósforo ao longo dos anos estudados com médias variando de 6,24 t ha⁻¹ no quarto ano (zero g planta⁻¹) a 18,32 t ha⁻¹ (1600 g planta⁻¹ de fosfino no sexto ano).

1.4.4.3. POTÁSSIO

Para Malavolta, (1980) e Mengel e Kirby, (1987), no processo de absorção, o potássio move-se diretamente do solo para os pontos de crescimento, sendo freqüentemente retranslocado das folhas velhas para as mais novas e sua translocação é facilitada pela alta permeabilidade da membrana e pelo fato de cerca de 70% do seu total existente na planta permanecer na forma iônica. A razão pela qual o íon potássio é preferencialmente translocado para os tecidos mais

jovens, não é ainda completamente conhecida, mas seu relacionamento com a síntese de proteínas, taxa de crescimento e suprimento de citocinina tem sido reconhecida.

O dendezeiro é particularmente a planta para a qual o potássio e o cloro desempenham papel importante nos mecanismos de abertura dos estômatos. Estes resultados enfatizam a necessidade de pesquisas em cada zoneamento ecológico para uma recomendação mais adequada de adubação (QUENCEZ, TAFFIN, 1981 e OLLAGNIER et al., 1987).

Bachy (1964), em suas pesquisas sobre níveis críticos de potássio em dendezeiro, na folha 17 de plantas adultas, sugere o teor de 10,0 g kg⁻¹ de K. O teor ótimo de potássio pode variar com a idade das palmeiras, o regime hídrico, solo e espaçamento. Para a maioria dos solos, os valores normais de potássio na folha 17 variam entre 9,0 a 13,0 g kg⁻¹ de K (UEXKULL; FAIRHURST, 1991).

Em pesquisas realizadas no Município de Benevides - Pará, Pacheco et al. (1985) verificaram que a aplicação de cloreto de potássio aumentou a quantidade de cachos por planta somente no oitavo e nono anos, enquanto que a adubação potássica não mostrou efeito positivo para o número médio de cachos planta⁻¹. Consideraram também que o nível crítico de potássio na folha 17 é de 10,0 g kg⁻¹ até o quinto ano de idade e de 9,8 g kg⁻¹ de K após o quinto ano.

Na Bahia, Chepote et al. (1988) pesquisando os efeitos da adubação potássica no crescimento e na produção do dendezeiro em Latossolo Vermelho-Amarelo observaram uma produção máxima de 20 t.ha⁻¹ de cachos, no oitavo ano com aplicação de 1580 kg ha⁻¹ano⁻¹ de cloreto de potássio.

Os pesquisadores do Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux - IRHO (1989), em pesquisas conduzidas no Oeste da África sobre a nutrição potássica, observaram a pobreza desses solos em potássio, mas que é facilmente corrigida com a aplicação de adubos potássicos. A faixa crítica determinada foi de 9,0 a 10,0 g.kg⁻¹ de K. Em uma análise geral no conjunto de experimentos conduzidos por pesquisadores do IRHO, ficou constatado que o nível crítico de potássio não ser universal e que depende em particular da pluviometria de cada local. Os estudos realizados pelo Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (1989), mostraram que as curvas de resposta e os níveis críticos deste nutriente variam em função da suplementação hídrica das palmeiras. Assim, o nível crítico passa por um máximo de 10,5 g kg⁻¹ de K, nas situações caracterizadas por um déficit hídrico médio de 200,0 mm, e atinge valores de 7,0 g kg⁻¹ de K

quando os déficits são fortes ou muito fracos (600 e zero mm). As hipóteses atribuem ao potássio um duplo papel de nutriente e de elemento que favorece a resistência à seca.

A aplicação de 1.800 g planta⁻¹ do cloreto de potássio nas condições de Manaus-AM, segundo Rodrigues (1993), proporcionou aumento na produção de cachos no dendezeiro, em seu quinto ano de idade, na ordem de 8,44 t de cachos ha⁻¹ ano⁻¹.

Santos (1999) constatou resposta à aplicação de cloreto de potássio do sexto ao décimo segundo anos de idade, com relação à produção de cachos ha⁻¹ ano⁻¹, com variação entre 14,61 a 22,7 t de cachos ha⁻¹ ano⁻¹, aplicando 1900 a 2725 g planta⁻¹ de cloreto de potássio.

Pimentel (2001), em trabalho conduzido nas condições edafoclimáticas de Tailândia-PA, observou que do quarto ao oitavo anos o cloreto de potássio não influenciou no número médio de cachos planta⁻¹ e constatou uma redução do sétimo ao nono anos e observou também que somente do nono ao décimo segundo anos ocorreram respostas, porém sem diferença entre as doses 1500 g planta⁻¹ e 3000 g planta⁻¹. O mesmo autor observou que a aplicação de cloreto de potássio aumentou o peso médio dos cachos em kg planta⁻¹ do quinto ao décimo primeiro anos e a produtividade, aos oito e nove anos de idade, de 13,60 t de cachos ha⁻¹ (3000g de cloreto de potássio planta⁻¹) e 10,77 t de cachos ha⁻¹ (3200 g de cloreto de potássio planta⁻¹), respectivamente.

1.4.4.4. CÁLCIO

O cálcio é necessário para a manutenção da estrutura da membrana celular, dando rigidez às paredes celulares, atuando na fosforilação fotossintética e para a elasticidade das células durante a expansão e nas reações enzimáticas (MALAVOLTA, 1976). É importante também, para a germinação dos grãos de pólen e crescimento do tubo polínico (MENGEL; KIRBY, 1987). Segundo Clarkson e Sanderson (1978), o cálcio é absorvido pelas raízes como Ca⁺², e sua absorção só ocorre no ápice das raízes novas, onde as paredes celulares da endoderme ainda não estão suberizadas.

Bachy (1964) realizou estudos sobre níveis críticos de cálcio e sugeriu que para palmeiras adultas, na folha 17, o teor de 6,0 g kg⁻¹ de Ca.

Para Ollagnier et al. (1970) as necessidades anuais de cálcio para um ha de dendezeiros, produzindo 15 t ha⁻¹ de cachos, são de 25,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de cálcio, enquanto para Viégas (1993), considerando a mesma produção, 36,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de Ca.

Ollagnier e Ochs (1981) observaram uma maior absorção de cálcio em plantações em San Alberto na Colômbia explicada pelo efeito do cloro, proveniente da adubação com cloreto de potássio, que favoreceu a absorção do cálcio.

Segundo Peralta (1988) a adição de calcário em quantidades superiores a 500 kg por ha tem provocado um efeito negativo sobre a produção e crescimento do dendezeiro, devido ao cálcio exercer efeito antagônico sobre potássio e magnésio.

Uexkull et al. (1991), determinaram a faixa ótima de cálcio, em plantas adultas, na folha 17, que estão no intervalo de 5,0 a 7,5g kg⁻¹ de Ca. Nas recomendações de adubações na Malásia existe a preocupação, além do fornecimento natural de fósforo, o fornecimento de cálcio aos dendezeiros, através dos adubos fosfatados que possuem entre 30 a 50% de CaO (OLLAGNIER et al. 1970). No Brasil, nas plantações comerciais de dendezeiros na Amazônia, ainda não foram verificadas plantas com deficiência de cálcio, devido o uso constante de adubos fosfatados que contém cálcio (VIEGAS ; BOTELHO, 2000).

Pesquisa realizada por Viégas (1993) sobre a extração de nutrientes em plantas de dendezeiros com dois a oito anos de idade, mostrou variação dos teores de cálcio nos folíolos entre 7,3 e 8,5 g kg⁻¹ de Ca. Segundo este autor, esse maior teor de cálcio nas condições do Estado do Pará, deve-se a freqüente aplicação de adubos fosfatados, tais como: superfosfato, fosfino, fosfato da Carolina do Norte e Arad (fosfato de Israel), os quais contém alto teor de cálcio, em torno de 30 a 48%. Rodrigues, (1993), avaliando a nutrição mineral do dendezeiro em Manaus-AM, verificou que o teor de cálcio na folha 17, variou de 7,3 e 10,8 g kg⁻¹ de Ca.

Trabalhando com superfosfato triplo em dendezeiros em produção, Santos (1999), obteve teores que variaram de 12,0 g kg⁻¹ de Ca no terceiro ano de produção a 9,2 g kg⁻¹ de Ca, no quinto ano de produção.

1.4.4.5- MAGNÉSIO

Dentre as funções na vida da planta, o magnésio é um importante constituinte da clorofila, representando 2,7% do seu peso molecular, o que corresponde à cerca de 10% do teor total de Mg na folha. O magnésio ativa mais enzimas do que qualquer outro elemento. O papel principal

desse nutriente é de ser co-fator de quase todas as enzimas fosforilativas. O magnésio também desempenha um papel importante na absorção de fósforo (MALAVOLTA, 1980).

Pesquisa realizada por Pacheco et al. (1985), durante 15 anos, mostrou que a aplicação de sulfato de magnésio não aumentou a produção de dendezeiro, exceção no décimo ano, para as variáveis, peso e número de cachos.

A deficiência de magnésio em dendezeiro é maior em folhas que apresentam exposição ao sol, podendo apresentar clorose seguido de necrose. Os folíolos sombreados permanecem com coloração verde escura (VIEGAS; BOTELHO, 2000).

Os mesmos autores atribuem, que a principal causa da deficiência de magnésio na Amazônia são: o baixo teor do nutriente na maioria dos solos, interação com cálcio e potássio, e altos índices de precipitação, que facilita a lixiviação deste cátion. Em um hectare de dendezeiro, Ollagnier et al. (1970), determinaram que para a produção de 15,0 t ha⁻¹ano⁻¹ necessita-se de 20,0 kg.ha⁻¹ de Mg enquanto Viégas (1993), considerando esta mesma produção, estimou em 16,0 kg.ha⁻¹ano⁻¹ de Mg.

Para o magnésio, Bachy (1964), considera que o nível crítico desse nutriente na folha 17 é de 2,4 g.kg⁻¹ de Mg. Viégas (1993) obteve em folhas de dendezeiro com dois a oito anos de idade, um teor entre 2,2 a 2,7 g.kg⁻¹ de Mg, enquanto que a faixa ótima de teor foliar de magnésio obtida por Rodrigues (1993), foi de 2,0 a 3,6 g kg⁻¹ de Mg. Pimentel (2001) verificou que a adubação magnésiana não influenciou estatisticamente, em nenhuma das variáveis de produção do dendezeiro, nas condições de Tailândia - PA.

Santos (1999), em pesquisa realizada em dendezeiros em produção, obteve valores de 2,5 g kg⁻¹ de Mg no quarto ano de produção e 2,9 g kg⁻¹ de Mg no sexto ano, aplicando sulfato de magnésio.

1.4.4.6. ENXOFRE

O contato do SO⁴ com a raiz, é feito principalmente, através de fluxo de massa e o processo de absorção é ativo, como acontece com os elementos em geral (MALAVOLTA, 1980). O enxofre auxilia na produção de vitaminas e enzimas, sendo também necessário para a formação da clorofila. Devido à sua participação em um grande número de compostos e de reações, sua falta provoca uma série muito grande de distúrbios metabólicos.

A sintomatologia da deficiência de enxofre no dendezeiro é semelhante à do nitrogênio ocorrendo, porém, nas folhas mais novas; quando a deficiência torna-se mais intensa, aparecem pequenas manchas marrons (UEXKULL; FAIRHURST, 1991).

Deficiências de enxofre, em dendezeiros, foram relatadas por Ollagnier e Ochs (1972) e Calvez et al. (1976), tendo como causa principal a utilização de fertilizantes sem enxofre.

Pesquisas desenvolvidas por Calvez (1976), na Costa do Marfim, mostraram que a aplicação de enxofre melhorou o crescimento das plantas e reduziu a incidência de doenças, principalmente a cercosporioses das folhas.

Também na Costa do Marfim, Ollagnier e Ochs (1972) observaram um melhor desenvolvimento das plantas bem nutridas em enxofre desde o plantio e um aumento de produção em 13%, durante os dois primeiros anos de adubação.

O nível crítico de enxofre de acordo com Ollagnier, (1973), situa-se entre 2,0 a 2,3 g.kg⁻¹ de S nos folíolos da folha 17.

Para Uexkull e Fairhurst (1991) a faixa ótima de concentração de enxofre, na folha 17, encontra-se entre 2,5 e 3,5 g kg⁻¹ de S e a deficiência corresponde a concentrações menores que 0,20 g kg⁻¹ de S e o nível de toxidez acima de 6,0 g kg⁻¹ de S.

A faixa do teor foliar obtido em plantas de dendezeiros de dois a oito anos por Viégas (1993) em Tailândia-PA variou de 0,6 a 0,9 g kg⁻¹ de S, portanto muito baixa quando comparada com a faixa ótima estabelecida pelos pesquisadores acima referidos. Por sua vez, Rodrigues, (1993), em seus estudos sobre nutrição mineral do dendezeiro, obteve um teor foliar de enxofre na faixa de 1,7 a 2,1 g kg⁻¹ de S.

Santos (1999), obteve aos 3 e 12 anos de produção teores de 2,0 g e 1,5 g kg⁻¹ de S respectivamente na folha 17 do dendezeiro, para aplicação de superfosfato triplo e fosfino na dosagem de 1400 g e 1750 g por planta, respectivamente.

Viégas e Botelho (2000), afirmam que solos ácidos, pobres em matéria orgânica e utilização de fertilizantes minerais sem enxofre, têm sido as causas principais da deficiência deste nutriente.

1.4.4.7. BORO

O boro favorece a germinação dos grãos de pólen e o crescimento do tubo polínico. Também é essencial para a formação das sementes e das paredes celulares. O boro facilita a

translocação dos açúcares (sacarose), através das membranas, na forma de complexo açúcar-borato e é de fundamental importância na formação das proteínas (MALAVOLTA, 1980).

Em levantamento do estado nutricional de dendezeiro com relação ao boro e diversas localidades, Prevot e Ollagnier, (1956) registraram teores variando de 3,0 a 13,0 mg kg⁻¹ de B na folha 17.

Para Malavolta (1980), o boro é absorvido na forma de ácido bórico não dissociado (H₃BO₃), porém ainda hoje há dúvidas sobre a natureza do processo de absorção, se passivo ou ativo. É um elemento imóvel na planta. O transporte é feito através do xilema, sendo praticamente imóvel no floema.

Os sintomas de deficiência de boro no dendezeiro aparecem primeiramente nos órgãos mais novos e regiões de crescimento. As folhas novas tornam-se menores, mal formadas encarquilhadas e muito quebradiças, com uma coloração verde escura (UEXKUL; FAIRHURST, 1991). Esses autores confirmam que a deficiência de boro pode ser favorecida pelas adições constantes de nitrogênio, potássio e cálcio.

Os principais sintomas de deficiência de boro que ocorrem na Amazônia de acordo com Viégas e Botelho (1999), são: faixas brancas nos folíolos, deformação da extremidade dos folíolos assemelhando-se à letra “z” e limbo foliar enrugado.

Rognon (1984) recomenda 10,0 mg kg⁻¹ de B como nível crítico de boro para o dendezeiro na folha 17, entretanto, este valor tem sido questionado, principalmente nas condições da Amazônia, onde há necessidade de mais pesquisas segundo Viégas (1993), que obteve em plantações com 2 a 8 anos de idade, teores foliares variando de 16,2 a 23,5 mg kg⁻¹ de B. Este teor se deve, principalmente, a adubação com boro efetuada nos plantios onde foi realizada a pesquisa, porém, esse autor relata que a escassez desse micronutriente tem-se apresentado problemático para a dendeicultura paraense, principalmente em regiões onde ocorre déficit hídrico, que dificulta a mineralização da matéria orgânica, que é a principal fonte de boro para a cultura.

Considerando plantio com oito anos de idade Viégas (1993), determinou a quantidade de boro extraída pelo dendezeiro de 953,04 g, com densidade de 143 plantas ha⁻¹, quantidades exportadas de 7,80 g.t⁻¹ cachos, em uma produtividade de 17,0 t.ha⁻¹ ..

Aceitava-se até recentemente que a absorção de boro era governada por processo passivo, que ele era imóvel no floema e que, uma vez incorporado no tecido, não poderia ser remobilizado

para prover as necessidades de outros tecidos nas plantas. Porém, o trabalho de Brown e Hu, (1998), citado em Better Crops With Plant Food (1998), demonstrou que a mobilidade do boro varia muito entre as espécies de plantas e que o conhecimento dos sintomas e do estado nutricional de boro deve ser revisto, cultura por cultura.

A evidencia da mobilidade ou imobilidade do boro no floema também pode ser percebida através da distribuição de boro dentro dos diferentes órgãos de uma dada planta, (BROW e HU, 1998). Os mesmos argumentam que a concentração de boro em folhas de idades diferentes dentro da mesma espécie pode também fornecer evidencia da mobilidade do boro. A ocorrência de concentração mais alta de boro em folhas velhas comparada às folhas mais jovens é evidencia de imobilidade de boro, enquanto que concentrações mais altas de boro em folhas mais jovens é uma indicação da mobilidade do boro. Como os sintomas de deficiência de boro em dendezeiro aparecem sempre na região meristemática, pode-se dizer que este micronutriente é imóvel na planta.

Para a amostragem foliar, segundo os mesmos autores, o uso de uma folha recentemente madura, ou completamente expandida, para a diagnose de deficiência de boro é impróprio, se o boro for imóvel no floema, já que sua concentração em uma folha desenvolvida pode refletir o conteúdo de boro dos tecidos em crescimento, para os quais a necessidade de boro é crítica. Neste caso, à diagnose só é possível amostrando-se tecidos em crescimento. Já para espécie com mobilidade do boro no floema, as folhas maduras serão apropriadas para avaliar a deficiência de boro. Com isso a adubação boratada em plantas de dendezeiro é diretamente influenciada pela mobilidade do boro.

Segundo Viégas (2000), os teores de boro das plantas com sintomas de deficiência tem sido em torno de $10,0 \text{ mg kg}^{-1}$ de B. Em mudas de dendezeiro, em condições de casa de vegetação, o teor foliar com omissão de boro foi de $9,63 \text{ mg kg}^{-1}$ de B, enquanto, que nas plantas de tratamento completo foi de $24,38 \text{ mg kg}^{-1}$ de B.

As principais causas da deficiência de boro têm sido solos com teores menores que $0,3 \text{ mg kg}^{-1}$ e ainda, solos de textura média com baixos teores de matéria orgânica, principalmente na época seca, onde a deficiência torna-se mais acentuada. Alta incidência de chuvas, associada às perdas por lixiviação e solos com pH elevado diminuem a disponibilidade do boro, (VIEGAS e BOTELHO, 2000).

Santos (1999), obteve aos 3 e 12 anos de produção teores de 21,09 e 31,42 mg kg⁻¹ de B e 21,90 e 31,42 mg kg⁻¹ de B, respectivamente para aplicação de superfosfato triplo e fosfino na dosagem de 1400 g e 1750 g por planta, respectivamente, na folha 17 do dendezeiro.

1.4.4.8. CLORO

As plantas absorvem cloro na forma iônica de Cl⁻. É um nutriente muito móvel e tolerado em concentrações bastante elevadas.

Participa indiretamente na fotossíntese, pois atua como co-fator de uma enzima contendo manganês a qual catalisa a fotólise da água com liberação de O₂. É ativador enzimático e atua no processo de ajustamento osmótico (MALAVOLTA, 1980). A importância do suprimento deste nutriente, no dendezeiro foi demonstrada, pela primeira vez, por Ollagnier e Ochs (1971) em pesquisas desenvolvidas em São Alberto na Colômbia. Ficou demonstrada que a adubação com cloro proporcionam aumentos de 3 a 4 t de cachos ha⁻¹.ano⁻¹, com a correção para 2,0 a 5,0 g kg⁻¹ de Cl. Os referidos pesquisadores, citados por Viégas (1993), realizaram levantamento dos teores de cloro na região de Belém, em Latossolo encontrando variações de 2,02 a 2,89 g kg⁻¹ de Cl aplicando cloreto de potássio e 3,37 a 4,06 g kg⁻¹ de Cl com uma adubação clorada.

Para Knecht et al. (1977), o estudo da variação do conteúdo de nutriente de acordo com a idade do dendezeiro, através da análise foliar, apresentou correlações lineares significativa para o nitrogênio e o fósforo, porém, não estabeleceu relação com o cloro, tendo o teor foliar variado com a idade da planta até mais ou menos 16 anos e a partir daí apresentou uma tendência de permanecer constante e até mesmo diminuir.

Schnabl e Raschke (1980) afirmam que o cloro é necessário para a abertura dos estômatos, quando os cloroplastos e amidos não são suficientes para que as células guardas realizem este processo.

A fertilização com o cloro tem proporcionado aumentos significativos de produção às espécies da família Arecaceae como o coqueiro e o dendezeiro em solos com baixa concentração deste nutriente, (OLLAGNIER; OLIVIN, 1984).

Uexkull (1985), não encontrou cloroplastos nas células guardas do dendezeiro, evidenciando que esta planta necessita da presença do cloro para movimentar as células guardas dos estômatos. Segundo este mesmo autor, quando o teor de cloro está abaixo de 2,5 g kg⁻¹ de Cl na matéria seca, a planta pode apresentar redução na taxa de crescimento, redução no número de folhas verdes ativas, redução do número de frutos por inflorescência, redução da concentração de

nitrogênio nas folhas e severos sintomas de estresse hídrico, sendo expresso como um intenso murchamento e fratura das folhas.

De acordo com Uexkull (1990), o cloro, é essencial para a fotossíntese, especialmente no desdobramento da molécula de água, na presença de luz, ativação enzimática, funções osmóticas, atividade estomatal, atuação na taxa de multiplicação das células redução de ocorrência de doenças, inibição biológica. Segundo Malavolta (1996), o cloro está envolvido no transporte de cátions, tais como potássio, cálcio e magnésio, dentro da planta, e ajuda também a controlar a perda de água e aumentar a resistência à seca.

O teor ótimo de cloro na matéria seca na folha 17, em dendezeiro, esta entre 4,5 e 6,0 g kg⁻¹ de Cl, abaixo de 2,0 g kg⁻¹ de Cl, grandes respostas à aplicação de cloro podem ser obtidas (INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, 1991).

A pesquisa pioneira sobre a exportação de cloro na cultura do dendezeiro na Amazônia foi realizada por Viégas (1993), determinou como sendo de 2,5 kg de cloro para cada tonelada de cachos frescos produzidos. Para o mesmo autor o cloro tem sido exigido em quantidades superiores a muitos macronutrientes, só sendo superado pelo N e K.

Em função da exigência em K, elevadas quantidades de cloreto têm sido adicionados através da adubação potássica, o que leva as plantas a absorver e acumular grandes quantidades deste nutriente, sendo exportadas posteriormente pelos cachos.

Avaliando fontes de fósforo em um plantio em produção, nas condições edafoclimáticas de Tailândia – PA, Santos (1999) obteve valores de 5,1 a 5,6 mg kg⁻¹ de Cl, aplicando fosfino e 5,4 a 6,3 mg kg⁻¹ de Cl, aplicando superfosfato triplo, aos 3 e 6 anos de produção respectivamente.

1.4.4.9. COBRE

É absorvido pelas plantas na forma de Cu⁺² tem função de ativador de enzimas e transporte de carboidratos. Cerca de 70% do cobre das folhas estão nos cloroplastos, como proteínas complexas. Catalisa vários processos no metabolismo vegetal. Tende a acumular-se nas raízes, pois possui mobilidade restrita, dependente do seu teor no tecido, sendo facilmente móvel em plantas bem nutridas (MALAVOLTA, 1980).

Os teores normalmente determinados em plantios adultos variam de 5,0 a 10,0 mg kg⁻¹ de Cu. Viégas (1993) trabalhando em plantas de viveiro, obteve um teor de 4,5 mg kg⁻¹ de Cu, o qual já é considerado suficiente (PACHECO et al. 1986).

Os sintomas de deficiências de cobre em mudas de dendezeiros, caracterizam-se pelo surgimento de pequenas manchas branco amareladas, mais ou menos confluentes, em pequenos pontos sucessivos ao longo das nervuras secundárias das folhas mais jovens. Com a intensidade da deficiência ocorre o secamento das extremidades das folhas. O teor obtido nestas folhas deficientes foi de 2 mg kg⁻¹ de Cu por Pacheco et al. (1986), citado por (VIEGAS; BOTELHO, 2000).

Uexkull e Fairhurst (1991), afirmam que o teor ótimo deste micronutriente, esta em torno de 5,0 a 8,0 mg kg⁻¹ de Cu.

Segundo Viégas (2000) a causa principal da deficiência de cobre em algumas culturas na Amazônia, têm sido as adubações excessivas com fertilizantes nitrogenados, e, principalmente, fosfatados.

Considerando-se uma produção de 17,0 t ha⁻¹ de cachos, Viégas (1993) estimou a quantidade de cobre exportada como sendo de 3,99 g t⁻¹ cachos de Cu, o mesmo autor determinou as quantidades extraídas de cobre de 481,43 g ha⁻¹ de Cu, considerando 143 plantas ha⁻¹ em dendezaís com oito anos de idade.

Avaliando fontes de fósforo, em um plantio em produção, nas condições edafoclimáticas de Tailândia – PA, Santos (1999) obteve valores de 6,66 e 6,25 mg kg⁻¹ de Cu respectivamente, aplicando fosfino e superfosfato triplo, aos 12 anos de produção.

1.4.4.10. FERRO

È um nutriente que participa da síntese de proteínas e da clorofila e atua como carregador de oxigênio. Pode ser absorvido pelas plantas nas formas de Fe⁺² e ferro quelatizado, porém, uma grande parte do ferro encontra-se na forma Fe⁺³ insolúvel, que não é absorvida pelas raízes. A absorção de ferro diminui quando aumenta a concentração de cálcio, magnésio, cobre, zinco e manganês (MALAVOLTA, 1980).

A importância do ferro para a cultura do dendezeiro foi demonstrada por Ferrand et al. (1951) no Zaire, quando a sua aplicação aumentou em 64% a produção de cachos.

Segundo Rognon (1984), os teores de ferro considerados normais para o dendezeiro estariam entre 50,0 e 250,0 mg kg⁻¹ de Fe. Sintomas de deficiência de ferro foram observados na Sumatra por Wanasuria et al., (1999), que estabeleceram o teor de 50,0 mg. kg⁻¹ de Fe na folha 17 sendo o nível crítico desse nutriente.

Em condições de campo, em plantas de nove anos de idade, Wanasuria et al. (1999), descreveu a deficiência de ferro como uma visível clorose internerval nas folhas, e com a intensidade da deficiência os folíolos tornam-se totalmente brancos e muitas folhas velhas ficam amareladas, esta clorose é seguida de quebra e secamento das folhas, parada do crescimento e morte da planta. Essa sintomatologia ocorre em até um ano, desde o aparecimento dos primeiros sintomas até a morte das plantas.

Em condições de casa de vegetação os sintomas de deficiência de ferro caracterizam-se pela clorose entre as nervuras (reticulado fino) dos folíolos das folhas mais novas (VIÉGAS, 2000).

Com base no trabalho de Viégas (1993), a quantidade de ferro extraída em, um hectare de dendezeiro, considerando 143 plantas por ha foi de 1712 g, enquanto que o total de ferro exportado por toneladas de cachos foi de 96,27 g, em plantas com oito anos de idade.

Avaliando fontes de fósforo em um plantio em produção, nas condições edafoclimáticas de Tailândia – PA, Santos (1999) obteve valores de 75,74 e 83,18 mg kg⁻¹ de Fe, respectivamente, aplicando fosfino e superfosfato triplo, aos 12 anos de produção.

1.4.4.11. MANGANÊS

É absorvido ativamente pela planta como Mn⁺². Possui ação direta na fotossíntese, ajudando na síntese da clorofila. Atua principalmente como parte do sistema enzimático nas plantas e aumenta a disponibilidade de fósforo e cálcio.

Os teores foliares de 50,0 mg kg⁻¹ de Mn parecem ser suficientes para o dendezeiro, segundo Rognon (1984). No entanto, nas condições edafoclimáticas de Tailândia-PA, verificando-se o estado nutricional do dendezeiro Viégas (1993) obteve teores variando de 159,2 a 240,2 mg kg⁻¹ de Mn. Os sintomas de deficiência de manganês em mudas de dendezeiro, cultivados em solução nutritiva, foram observados por Dufourt e Quencez (1979), em que o teor em plantas deficientes foi de 22,0 mg kg⁻¹ de Mn, e, em plantas normais, 235,0 mg kg⁻¹ de Mn.

Em experimento conduzido em condições de casa de vegetação na Embrapa Amazônia Oriental, Viégas (1993) observou sintomas de deficiência de manganês em mudas de dendezeiro, que se caracterizavam por uma clorose internerval das folhas novas, seguida de branqueamento e pontuações brancas entre as nervuras. Ainda segundo o mesmo pesquisador, em trabalho desenvolvido nas condições de Tailândia-PA, a quantidade de manganês, extraída pelo dendezeiro foi de 3,4 kg ha⁻¹ considerando-se 143,0 plantas ha⁻¹. A quantidade exportada estimada por Viégas (1993) foi de 20,0 g t⁻¹ cachos em plantas de oito anos de idade.

Avaliando fontes de fósforo em plantio em produção, nas condições edafoclimáticas de Tailândia – PA, Santos (1999) obteve valores de 765,0 e 736,9 mg kg⁻¹ de Mn, respectivamente, aplicando fosfino e superfosfato triplo no décimo segundo ano de produção.

As pesquisas sobre resultados da influencia do manganês sobre crescimento e produção de dendezeiro na Amazônia ainda são muito incipientes (VIÉGAS, 2000).

1.4.4.12. ZINCO

O zinco é essencial para a síntese do precursor do AIA (ácido indol acético); auxilia na formação das substâncias que atuam no crescimento das plantas e nos sistemas enzimáticos; é necessário para o produção da clorofila e na formação dos carboidratos.

As plantas absorvem zinco na forma Zn⁺², sendo essa absorção favorecida quando o pH do meio está em torno de 6,0 e prejudicada quando o pH está perto de 3,0 (MALAVOLTA, 1980).

Na Amazônia, os primeiros sintomas de deficiência de zinco em dendezeiros foram observados nas condições de Manaus, por OCHS e CORRADO (1986).

Na Sumatra, Singh (1988), em um solo silte-arenoso, observou que a deficiência de zinco provocou redução no crescimento de dendezeiros jovens e essa deficiência foi induzida pela aplicação de fosfato solúvel. Resultados semelhantes foram verificados por Pacheco et al. (1986) nas condições da Amazônia.

Para Uexkull e Fairhurst (1991), para um bom desenvolvimento da planta, a concentração de zinco nas folhas de dendezeiros deve ser de 12 a 18 mg kg⁻¹ de Zn.

A exportação de zinco determinada por Viégas (1993), foi de 9,50 g de Zn, enquanto para Ng e Thamboo (1967) foi de 5,0 g de Zn para cada tonelada de cachos frescos produzida.

O teor de zinco obtido por Viégas (1993), em folíolos de dendezeiros com dois a oito anos de idades, variou de 9,75 a 25,00 mg kg⁻¹ de Zn. A faixa de teores de zinco, determinada na

pesquisa conduzida por Rodrigues (1993), variou de 8,4 a 12,9 mg kg⁻¹ de Zn na folha 17 do dendezeiro. Nesta pesquisa, conduzida em Latossolo Amarelo, nas condições de Manaus, o teor de zinco foi reduzida com a aplicação das doses mais elevadas de superfosfato triplo.

Para o micronutriente zinco, Viégas (1993) determinou a quantidade extraída de 1754 g t⁻¹ considerando-se 143 plantas ha⁻¹ e uma quantidade exportada de 4,93 g t⁻¹ cachos produzida, levando-se em conta uma produção de 17,0 t ha⁻¹, em plantas com oito anos de idade.

Em ensaios conduzidos em condições de casa de vegetação a deficiência de zinco se caracteriza pelo encurtamento das folhas e folíolos, estes apresentam faixas amarelas paralelas à nervura principal, porém a sua base permanece verde (VIÉGAS; BOTELHO 2000).

Os teores de 12,0 a 18,0 mg kg⁻¹ de Zn parecem ser suficientes para o dendezeiro Rognon (1984); Uexkull e Fairhust (1991), citados por (VIÉGAS; BOTELHO 2000).

Avaliando fontes de fósforo em um plantio em produção, nas condições edafoclimáticas de Tailândia – PA, Santos (1999) obteve valores de 15,94 e 14,99 mg kg⁻¹ de Zn, respectivamente, aplicando fosfino e superfosfato triplo, aos 12 anos de produção.

A aplicação de doses elevadas de adubos fosfatados e a pobreza dos solos em zinco têm sido as principais causas da deficiência do elemento (VIÉGAS; BOTELHO 2000).

1.4.5. INTERAÇÕES ENTRE NUTRIENTES NO DENDEZEIRO

Overstreet, Jacobson e Handley (1952) identificaram dois processos simultâneos que explicam a interação na absorção de potássio e cálcio. O cálcio aumenta a velocidade de transporte do complexo K⁺ carregador na plasmalema, sendo estes efeitos mais pronunciados em condições de mesma concentração no meio. Em outro processo dois cátions competiriam pelo mesmo carregador, como o potássio, tem maior afinidade pelo carregador, o efeito antagônico do cálcio sobre o potássio aconteceria quando os teores de cálcio no meio for superior a do potássio, o que normalmente ocorre em solos bem manejados.

No entanto, Kahn e Hanson (1957) relatam que por um lado o cálcio aumenta a afinidade entre o íon potássio e o respectivo carregador, porém, em uma segunda reação, independente da primeira, o cálcio tem um efeito de diminuir a velocidade de transporte do complexo K⁺ carregador na plasmalema.

Loue (1963) determinou que a absorção de potássio depende diretamente de seu teor e, indiretamente, dos teores de cálcio e magnésio.

Estudando as variações dos teores foliares de potássio e magnésio em folha de dendezeiros, em diferentes tipos de solo, Hasselo e Brzesowsky (1965) verificaram que a adição de adubos potássicos aumentava os teores de potássio e a relação K-Mg, mas que esses efeitos eram menores na presença de adubação com nitrogênio, fósforo e magnésio.

Também uma maior absorção de cálcio pelos dendezeiros, segundo Ollagnier e Ochs (1981) pode também ser explicada devido ao cloro, proveniente da adubação com cloreto de potássio, observada em San Alberto na Colômbia.

Um fator importante na nutrição mineral do dendezeiro é a interação entre os nutrientes nas plantas. Pesquisas desenvolvidas por Ollagnier e Ochs (1981), demonstraram o sinergismo entre nitrogênio e o fósforo explicado por uma equação de equilíbrio N – P, onde o nível crítico de fósforo é dependente do nitrogênio, com relação linear $P/(g/ kg) = 0,0487 N + 0,039$, e que estes níveis variam com a idade do dendezeiro, isto é, dendezeiros com idades de 5 a 9 anos, o nível crítico é de 26,5 g kg⁻¹ de N e 1,69 g kg⁻¹ de P, com idade de 10 a 15 anos para o nível crítico de 25,0 g kg⁻¹ de N e 1,25 g kg⁻¹ de P, para a idade de 16 a 20 anos, 24,5 g kg⁻¹ de N e 1,58 g kg⁻¹ de P e em plantas com mais de 20 anos de idade, nível crítico de 23,5 g kg⁻¹ de N e 1,53 g kg⁻¹ de P. Assim, por exemplo, um teor de fósforo de 1,60 g kg⁻¹ de P pode corresponder a um excesso no teor de nitrogênio de 23,0 g kg⁻¹ de N e, a uma forte deficiência para um teor de nitrogênio de 28,0 g kg⁻¹ de N (OCHS, 1985).

Ochs (1985), verificou que quando o teor de fósforo, na folha 17 era menor que 1,5 g kg⁻¹ de P não houve correlação entre o teor de potássio e o rendimento, porém, quando se corrigia a deficiência de fósforo o teor das folhas se elevam além deste valor, ocorria uma forte correlação entre os teores de potássio e o rendimento de cachos por planta foi observado também, que quando o teor do potássio era inferior de 10,0 g kg⁻¹ de K, não havia correlação entre o teor de fósforo nas folhas e rendimento de cachos, porém quando o teor de potássio foliar era superior a 10,0 g kg⁻¹ de K, havia forte correlação entre o fósforo foliar e o rendimento.

Resultados semelhantes foram constatados por Pacheco et al. (1985) estudando as deficiências minerais do dendezeiro e às respostas à aplicação de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio na região do município de Benevides, Pará, onde aplicações de superfosfato triplo resultavam no aumento do teor foliar de cálcio, mas diminuía os teores de potássio, observaram também, que a adubação potássica, apesar de resultar em aumentos de produção, diminuía os teores foliares de cálcio e, mais marcadamente, de magnésio.

Na Amazônia, Pacheco et al. (1986) verificaram que a aplicação de uréia e superfosfato triplo em plantas de viveiro, além de diminuir os teores foliares de cobre para 3 mg kg^{-1} de Cu reduziram o crescimento das plantas.

Nas condições edafoclimáticas de Tailândia, Viégas, Pacheco e Corrado (1987), objetivando obter doses mais adequadas de fósforo, potássio e magnésio para o dendezeiro, verificaram que a adição de um determinado cátion ao solo normalmente, reduzia o nível foliar de outro cátion, com isso, aplicação de fósforo em doses mais elevadas, reduziu significativamente os teores de potássio nas folhas devido à presença de cálcio contido no superfosfato triplo. Aplicações de cloreto de potássio reduziram os teores de magnésio e a de sulfato de magnésio os teores de potássio.

A adição de calcário calcítico ou dolomítico em quantidades superiores a 500 kg por ha tem provocado um efeito negativo sobre a produção e crescimento do dendezeiro, devido ao cálcio exercer efeito antagônico sobre o potássio e magnésio (PERALTA, 1988).

Carmelo (1989) afirma que o potássio, é absorvido ativamente, ou pelo menos pode entrar na célula pelo processo de difusão facilitada, sendo favorecida em comparação com outras espécies de cátions. Segundo Mengel e Kirby (1987), esta é a razão pela qual o íon K^+ compete tão fortemente, na absorção de cátions.

Estudando a aplicação simultânea de uréia e superfosfato triplo em uma plantação no norte da Sumatra, Tampubolon et al. (1990), verificaram que a produção média passou de $12,5 \text{ t.ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para $22,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de cachos, e que, os níveis críticos do fósforo, em função dos teores de nitrogênio, se calculados a partir de respostas obtidas por classe de idade dos dendezeiros (8 a 26 anos), não dependeu da idade das plantas. Concluíram que a relação N-P seria universal, não somente no espaço.

De acordo com Uexkull (1990), a absorção e o acúmulo de cloro em plantas são prejudicadas por altos teores de NO_3^- e SO_4^{2-} e vice-versa. Um aumento no teor de cloro nos tecidos da planta é freqüentemente acompanhado de um aumento no total de cátions. Afirma ainda, o referido pesquisador que a aplicação de fertilizantes contendo cloro tende a aumentar a absorção de manganês. Em solos ácidos, a absorção de cloro tende a diminuir. De um modo geral, o íon Cl^- tende a reduzir o nitrogênio total nos tecidos da planta, mas em coqueiro foi observado o oposto.

Rodrigues (1993), pesquisando a aplicação de fertilizantes em dendzeiros, constatou que o teor de cobre diminuiu com o aumento das doses de superfosfato triplo, apresentando teores de cobre na faixa de 3,4 a 7,5 mg kg⁻¹.

Botelho et al. (1993), estudando diferentes fontes e doses de fósforo e diferentes níveis de potássio e magnésio em dendzeiro no Pará, verificaram que a aplicação de cloreto de potássio diminuiu os teores de cálcio e boro e, mais acentuadamente, os teores de magnésio.

Trabalhando com dendzeiros em produção na região edofoclimática de Tailândia, Pará, Santos (1999), observou que as melhores doses de fósforo (1250 a 1750 g planta⁻¹) provocaram uma melhoria no teor de cloro na folha 17 do dendzeiro. Neste mesmo trabalho observou sinergismo entre cálcio e cloro e que foi mais evidente quando usou superfosfato triplo.

Lins (2000), trabalhando com coqueiro em produção, constatou que a aplicação de cloreto de potássio induziu uma forte depressão nos teores de boro. Resultados semelhantes foram observados por Pimentel (2001) com dendzeiros.

Trabalhando com dendzeiros em produção na região de Tailândia, Pará, Pimentel (2001), não obteve efeito significativo da adubação potássica sobre o teor de fósforo nas folhas. O mesmo autor concluiu que os teores de cálcio e magnésio, na folha 17, foram reduzidos pela aplicação de potássio do terceiro ao sexto e décimo segundo anos.

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo. Pág. 292 a 294. 2004.

BACHY, A. Diagnostic foliaire du palmier à huile: niveaux critiques chez les arbres jeunes. **Oleagineux**, Paris, v-17, n° 4, pag. 253–256, 1964.

BASTOS, T.X. Aspectos agroclimáticos do dendzeiro na Amazônia oriental. In: VIÉGAS, I. de J. M.; M LLER, A. A. **A cultura do dendzeiro na Amazônia brasileira**. EMBRAPA – Belém- PA, 2000.

BOTELHO, S. M.; VIEGAS, I.de J.M.; CORRADO, F; OCHS, R. Comparações de fontes de adubos fosfatados e seus respectivos efeitos no equilíbrio da nutrição em K, Ca e Mg do dendzeiro. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo** – Goiânia. Vol 3, Pág. 61–62, 1993.

BROESHARDT, H. Application of foliar analysis to oil palm cultivation III. Foliar analysis and mineral analysis. **Tropical Agriculture**, Trinidad. 33:315–320, 1956.

- BROWN, P.H.; HU, H.; Phloem mobility of boron in species dependent. Evidence for phloem mobility in sorbitol – rich species. **Annals of Botany**. Vol 77, 1998.
- CABRAL, O.M.R. Microclima de dendezaís na Amazônia Brasileira “in” VIÉGAS, I. de J. M.; MILLER, A. A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. EMBRAPA – Belém/PA, 2000.
- CALVEZ, C.; OLIVIN, J.; RENARD, L. Etude d’une deficiencia em soufre sur jeunes palmiers à huile em Cote – d’Ivoire. **Oleagineux**, Paris, vol 31 numero 6, 1976.
- CARMELO, Q.A.de C. **Saturação por Bases e relações entre K, Ca e Mg no solo na nutrição potássica do Milho (Zea mays L.) cv. Piranão**, Piracicaba: ESALQ. Tese de doutorado em solos e nutrição de plantas, 1989.
- CHAPMAN, G.W.; GRAY, H. M. Leaf Analysis and the Nutrition of the Oil Palm. **Annals of Botany**, Vol. 52, Pág. 415-436, 1949.
- CONCEIÇÃO, E.O. da; MILLER, A. A. Botânica e morfologia do dendezeiro, In: VIÉGAS, I. de J. M.; MILLER, A. A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia**. EMBRAPA – Belém – PA, 2000.
- CORLEY, R. H. V. The genus *Elaeis*. In: The developments in crop science. **Oil Palm Research** – Elsevier, Amsterdam, 532 pag, 1982.
- DEMATTE, J.L.I. Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos – Região Amazônia – Campinas **Fundação Cargill**, 1988.
- FERRAND, M.; BACHY, A.; OLLAGNIER, M. Les oligoéléments dans la femere du palmier a huile au mayen – Congo – Les influence sur la santé des arbres. **Oléagineux**, Paris, 1951.
- HALE, J.B. Mineral composition of leaflets in relation to the chlorosis and bronzing of oil palms in West África. **Journal of Agriculture, Malaysia**. Vol. 3, Pág. 236– 244, 1947.
- HARTLEY, C.W.S. **La Palma de Aceite**. México, Companhia Editorial Continental S/A, 1977.
- HASSELO, H.N.; BRZESOWSKY, W.J. An evaluation of the variations in the leaf K and Mg content in oil palms. **Oléagineux**- Paris, Vol. 20 n° 11, 1965.
- INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE Fertilizing for high yield and quality the oil palm. Berna. IPI. **Bulletin n° 12**, 1991.
- KAHN; J.S.; HANSON, J.B. The effect of calcium in potassium accumulation in corn and soybean roots. **Plant physiology**, Pennsylvania, vol 32, n° 4, pag 312 – 316, 1957.

- LINS, P. M. P. **Resposta do coqueiro a adubação com N, P, K, Mg nas condições edafoclimáticas de Moju-Pa**. Belém-Pará, FCAP, 81 p. (Dissertação de Mestrado), 2000.
- LOUÉ, A. Contribuição para o estudo da nutrição catiônica no milho, principalmente a do potássio. **Fertilité**. Paris. Vol 20, Pág. 33–50, 1963.
- MACEDO, J.L.V. e RODRIGUES, M. do R.L. Solos da Amazônia e o cultivo do dendezeiro. In: VIEGAS, J de J.M. e M LLER, A. A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Editora Agronômica Ceres, São Paulo, 254 pag, 1980.
- MALAVOLTA, E.; **Manual de Química Agrícola**. Ed. Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. 528 Pag. , 1976.
- MARTIN, G.; PRIOUX, G. Les effects de la fumere phosphate sur le palmier à huile au Brasil. **Oleagineux**, vol 27, numero 7, pag 351 – 354, 1972.
- MENGEL, K, e KIRBY, I. A. **Principles of plant nutrition**. International Potash Institute, Bern, 4° edição, 1987.
- MEUNIER, J. Le “ palmier à huile” americain, *Elaeis melanococca*. **Oléagineux**, n° 30; pág 51 – 62, 1975.
- MOORE, H. E. e UHL, N. W. Major trends on evolution in palms. **The Botanical review**, 1982.
- M LLER, A. A; VIEGAS, I. J. M.; CELESTINO FILHO, P.; SOUZA, L. A.; SILVA, H. M. Dendê – Problemas e perspectivas na Amazônia. **EMBRAPA**, Belém – PA. 1988.
- M LLER, A.A.; FURLAN JUNIOR, J. Agronegócio do Dendê; uma Alternativa Social, Econômica e Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia; **EMBRAPA - Belém/PA**, 2001.
- NG, S. K. e THAMBOO, S. Nutrient contents of palms in Malay. I. Nutrient required for reproductions: fruit bunches and male inflorescence. **Malaysia Agriculture Journal**, Kuala Lumpur, 1967.
- NG, S.K. Review of oil palm nutrition and manuring scope for greater economy in fertilizer usage. **Oléagineux**, vol 32, mai, 1967.
- NG. S. K. Phosphorus nutrition and fertization of oil palm, **Oléagineux**. Paris, V. 41 n° 7, 1986.

- NG, S. K.; THAMBOO, S.; SOUZA, P. de Nutrient Contents of Oil Palm in Malaysia. II – Nutrients in Vegetative Tissue. **Malaysian Agricultural Journal**. Kuala Lumpur Vol. 46, nº 3, Pag. 322 – 401, 1968.
- OCHS, R.; OLIVIN, J. Le Diagnostic Foliare Pour Le Controle de la Nutrition de Plantations de Palmiers à Huile. Prevelement des Échantillons Foliars. **Oléagineux**. Paris, Vol. 32, nº 5, Mai, 1977.
- OLLAGNIER, M.; DANIEL, C.; FALLAVIER, P. e OCHS, R. Influence du climat et du sol sur le niveau critique du potassium dans le diagnostic foliaire du palmier a huile. **Oleagineux**, vol 42 numero 12, 1987.
- OLLAGNIER, M.; OCHS, R. Interaction between nitrogen and potassium in the nutrition of tropical oil plants. **Oleagineux**, Paris, vol 28 numero 11 pag 493 – 508, 1973.
- OLLAGNIER, M.; OCHS, R. Les deficiences en soufre du palmier à huile du cocotier. **Oleagineux**, Paris, vol 27 numero 4, pag 193 – 198, 1972.
- OLLAGNIER, M.; OCHS, R.; MARTIN, G. Adubação do dendezeiro no mundo. **Fertilité**, Paris, 36 (20): 3 – 64, 1970.
- OVERSTREET, R.; JACOBSON, L.; HANDLEY, R. The effect of calcium on the absorption at potassium by barley roots. **Plant physiology**, Pennsylvania, vol 27, nº 3, pag 583 – 540, 1952.
- PACHECO, A.R.; TAILLER, B.J.; ROCHA DE SOUZA, R.L.; LIMA, E.J Lês deficiences minérales du palmier à huile. (*Elaeis guineensis* Jacq) dans la region de Belém – PA – Brasil, **Oléagineux**. Paris, vol 40; nº 6 pag 295 – 306, 1985.
- PALM OIL INFORMATION Series. Palm oil: a guide for users. Malaysian; **Palm Oil Promotion Council**, pag. 46, 1996.
- PERALTA, F. Nutrition y fertilizacion de la palma aceitera. São José, Costa Rica, 37 pag, 1988.
- PEREIRA, L.C. **Características Químicas de Latossolos Amarelos da região Amazônica brasileira**. Piracicaba. ESALQ. Dissertação de mestrado, 1987.
- PEREZ, N. L. P. **Crescimento, concentração e conteúdo de nutrientes em Pueraria phaseoloides L., estabelecidas em plantações de dendezeiros com 2 a 8 anos de idade em latossolo Amarelo distrófico, Tailândia – Pará**, Dissertação de Mestrado, FCAP, 1997.
- PINTO, N. E. M. N. **Avaliação do óleo residual presente no rejeito industrial de fibras de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq.): Quantificação de provitaminas A e E e ácidos graxos**; tese de mestrado, UFPA, Belém, PA, 1997.

- PREVOT, P. e PEYRE DE MONTBRETON, C. Etude des Gradients en Divers Éléments Minéraux Selon le Rang de la Feuille chez le Palmier à Huile. **Oléagineux**. Paris, Vol. 13, n° 13, Pág. 317-321, 1958.
- PREVOT, P.; OLLAGNIER, M. Utilisation du Diagnostic Foliare. **Oléagineux**. Paris, Vol. 11, n° 11. Pág. 695–703, 1956.
- RODRIGUES, T. E., PEREIRA, L. C., GAMA, J. R. N. F., RÊGO R. S., HENRIQUE, L. M. Uso e Ocupação do Solo da Amazônia brasileira in: **Congresso brasileiro e encontro nacional de pesquisa sobre conservação do solo**. Londrina -PR. IAPAR, 1996.
- ROGNON, F. **Analyse vegetable dans controle de l'alimentation des plantes de palmier a huile**, Paris, 1984.
- SANTOS, L. D. dos **Resposta do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq) à aplicação de NPK e Mg nas condições edafoclimáticas de Tailândia – Pará**, FCAP Belém – tese do mestrado, 1999.
- SANTOS, M. de M. **Polimorfismo Enzimático de População Subespontânea de Dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) do Estado da Bahia e sua Relação Genética com suas Procedências Africanas**. Tese de doutorado. USP. Ribeirão Preto. São Paulo, 1991.
- SERRUYA, H.; BENTES, M.H.S.; MILLER, A.A.; LIMA, M. Estudo Químico dos óleos extraídos de frutos de híbridos de dendê. In: **Encontro de profissionais de química da Amazônia; Belém, Anais** pág. 249-268, 1991.
- SHNABL, H. e RASCHKE, K. potassium chloride as stomatal osmoticum in *Allium cepa* L.; a species devoid of starch in guard cells. **Plant physiology**, 1980.
- SPAARNAIJ, L. D. The Analysis of bunch production in oil palm. **Journal of the West African Institute for Oil Palm Research** , 1960.
- SUKAIMI, J. B. Present situation and future prospects of palm oil in the world's principal production regions; Asia – the experience of Malaysia “in” MÜLLER, A. A.; FURLAN JUNIOR. **Agronegócio do dendê: Uma alternativa social, econômica e ambiental para desenvolvimento sustentável da Amazônia**. EMBRAPA–Belém. Pág. 21–22, 2001.
- TANIPUTRA, B. e PANJAITAN, A. Oil palm fertilizer experimento n yellow reddish podzolic soil in North Sumatra. In: **International Conference on oil palm in agriculture in the eighties**, Kuala Lumpur, Malaysia, 1982.

- UEXKULL, H.R. von Response of coconuts to (potassium) chloride in the Philippines. **Oléagineux**, vol 2 N° 1, 1972.
- UEXKULL, H.R. von.; FAIRHUST, ; T. H. Fertilizing for height yield and quality: The oil palm. Bern: **International Potash Institute**, 1991.
- UEXKULL, N.R. von Chlorine in the nutrition of palm trees. **Oléagineux**, vol 40; n° 2, 1985.
- VEIGA, A. S.; SMIT, L.; FURIA; L. R. R. Avaliação do dendezeiro como opção para o seqüestro de carbono na Amazônia; In: VIÉGAS, I. de J. M.; M LLER A. A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira** , EMBRAPA – Belém – PA, 2000.
- VIÉGAS, 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, Tailândia, Pará**. Piracicaba: ESALQ 217 pag. Tese de Doutorado, 1993.
- VIÉGAS, I de J.M.; PACHECO A. R.; CORRADO, F. Resposta do fósforo, potássio e magnésio no crescimento e produção do dendê (*Elaeis guineensis* Jacq); no município de Moju, PA – Belém . **EMBRAPA**, 1987.
- VIÉGAS, I. de J.M.; BOTELHO, S. M. Nutrição e adubação do dendezeiro. “In”: VIÉGAS, I. de J. M.; MULLER, A. A. **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. EMBRAPA – Belém/PA, 2000.
- VIEIRA, L.S., SANTOS, P.C.T. **Amazônia: Seus solos e outros recursos naturais**. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, 1987.
- WALKER, W. M. R.; MELSTED, S.W. Effects on N P and Mg on soils upon oil palm yield in Sierra Leone. **Tropical Agriculture**. Trinidad and Tobago, V 48, n° 3, pag 237 – 243, 1971.
- WERKHOVEN, J. Fertilizacion de la palmera de aceite – Hanover, verlags Gesellschaft Ackerbau **Boletin Verde**, 18, 1965.

CAPITULO 2: EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA, POTASSICA E MAGNESIANA SOBRE A PRODUÇÃO DE DENDEZEIROS (*Elaeis guineensis* Jacq.) NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA - PA

2.1. RESUMO: A Região Amazônica dispõe de extensas áreas com condições edafoclimáticas propícias para expansão da dendeicultura. Apesar destas condições favoráveis, a produtividade média de óleo por hectare é baixa. Um dos principais fatores da baixa produtividade de óleo, é a nutrição e adubação inadequada dos dendezeiros. Com o objetivo de avaliar as doses de fósforo, potássio e magnésio na produção do dendezeiro, foi realizada esta pesquisa em um Latossolo Amarelo textura média na Companhia Real Agroindustrial, localizada no município de Tailândia-PA. Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso, com fatorial 4 x 3 x 2 e 2 repetições, com 16 plantas úteis, sendo 4 doses de fósforo, 3 doses de potássio e 2 doses de magnésio. As avaliações compreenderam dendezeiros do sexto ao décimo primeiro anos de idade e avaliou-se o número médio de cachos por planta, peso médio de cachos por planta e produtividade em toneladas por hectare. Obteve-se, para o número médio de cachos por planta, no sétimo ano produção de 15,74 cachos com a dose máxima de 3326 g por planta de fósforo, no oitavo, nono e décimo anos de idade 14,02, 11,89, e 11,34 cachos por planta, respectivamente, correspondente a uma dose de 3069, 3198 e 2672 g por planta, respectivamente. O sexto ano, apesar das doses crescentes de fósforo, não foi significativo para o número médio de cachos por planta, por outro lado foi superior do oitavo ao décimo primeiro anos. A dose de máxima eficiência técnica de fósforo para o sexto, oitavo e décimo anos foi de 3069, 3369 e 3054 g por planta para um peso médio de cachos de 129,89, 187,50 e 151,59, respectivamente. Com relação aos anos 7, 8 e 9, apesar de significativos não foi possível determinar a dose de máxima eficiência técnica de fósforo. A produtividade teve efeito do sexto ao décimo primeiro ano, sendo que no sexto oitavo e décimo anos de idade, obteve-se a dose máxima de 3084, 3369 e 3060 g por planta, respectivamente, correspondente a uma produtividade de 17,55, 25,32 20,50 t por hectare, respectivamente. Embora a produtividade ao sétimo ano, atingiu 27,75 t por hectare, não foi possível calcular a dose máxima de fósforo, assim como para os anos seis, nove e onze. A aplicação de cloreto de potássio, não promoveu efeito no número médio de cachos por planta, entretanto para o peso médio de cachos por planta foi significativo do oitavo ao décimo primeiro anos de idade com produção de 185,20; 150,05; 152,30 e 155,00 kg por planta, respectivamente, entretanto as equações lineares crescentes mostraram que as doses ficaram aquém das necessidades dos dendezeiros. A produtividade teve efeito com a aplicação de cloreto de potássio do sétimo ao nono ano com produções de 26,70; 25,00 e 20,25 t por hectare, representada por equações lineares ascendentes. A adubação magnesiana tendo como fonte o sulfato de magnésio, não promoveu efeito na produção de número médio de cachos por planta, peso médio de cachos por planta e produtividade.

Palavras chave: Nutrição mineral, Produção de cachos, Solos tropicais.

CHAPTER 2: OIL PALM (*Elaeis guineensis* Jacq.) PRODUCTION AS A FUNCTION OF P, K AND Mg FERTILIZERS AT THAILAND, PARA, BRAZIL.

2.2. ABSTRACT : The Amazonian region has extensive areas with adequate conditions for the expansion of oil palm agriculture. In spite of these favorable conditions, the average productivity of oil by unit of area is low. One of the principal factors of this low productivity of oil is the acidity of soils planted with oil palm trees. The objective of this work were to determine doses of phosphorus, potassium and magnesium for the maximum economic bunch productivity of oil palm. Soil used was a yellow latosol, loamy texture, in the Real Company Agro-industrial, at Agropalma Group, Thailand, Para, Brazil. A randomized block experimental design with treatments arranged in a 4 x 3 x 2 factorial and two replicates of 16 plants/plot was used. Treatments were 4 levels of phosphorus, 3 levels of potassium and two levels of magnesium. Variables collected were bunch production/ha, numbers of bunches (NMCP) and average weight of bunches (PMCP) by plant from the sixth to the eleventh year of the experiment. P application increased bunch production from the sixth to the tenth year of the experiment while increasing NMCP from the eighth to the ninety and tenth years and PMCP from the sixth years. Highest average bunch production was 15,74 t/ha in the seventh year with the dose of 3.326 g P₂O₅/plant. K application increased average weight of bunch/plant from the eighth to the eleventh year with bunch weight of 180,20; 150,05; 152,30 and 155,00 kg/plant, respectively. K increased bunch production/ha from seventh to ninety year with average production of 26,7; 25,0 and 20,3 t/ha, respectively. Magnesium fertilization did not influence the variable studied.

Index Terms: Mineral fertilizers, Bunch production, tropical soil.

2.3. INTRODUÇÃO

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) ou oil palm como é o mais conhecido no mundo, originário do continente africano, foi introduzido no Brasil pelos escravos, mais precisamente no Estado da Bahia. A partir da década de 80, tomou novo impulso. Algumas plantações comerciais foram instaladas, principalmente no Estado do Pará, onde a cultura encontrou boas condições edafoclimáticas e atualmente aparece como grande opção da agricultura sustentável, englobando inclusive o pequeno produtor.

Em vista deste grande potencial produtivo do dendezeiro nas condições estudadas e de sua expansão, tornou-se uma alternativa econômica viável para os produtores do estado do Pará, justificando desta forma a realização de pesquisas para maximizar a produtividade desta cultura. Uma destas áreas escolhidas foi à pesquisa em relação às necessidades nutricionais.

Martin e Prioux (1972), evidenciaram o efeito acentuado do fósforo no crescimento e na nutrição mineral do dendezeiro. Pacheco et al. (1985) observaram que a adubação fosfatada permitiu um aumento marcante de produção. Resultados semelhantes foram também obtidos na Indonésia por Taniputra e Panjaitan, (1982) e na Malásia Ng (1986).

Na região Amazônica as plantações de dendezeiros estão localizadas em áreas que fazem parte do grande grupo dos Latossolos, os quais são pobres principalmente em fósforo o que, segundo Viégas (1993), é a causa principal da deficiência desse nutriente nas plantas. A utilização de fósforo pelos frutos chega a corresponder na média das idades em 10% a mais, em relação aos demais componentes da planta demonstrando, a importância desse nutriente para a sua formação. Considerando que os frutos são retirados do campo a reposição deste nutriente, assume maior importância.

Em pesquisas realizadas no Município de Benevides - Pará, Pacheco et al. (1985) verificaram que a aplicação de cloreto de potássio aumentou a quantidade de cachos por planta.

Na Bahia, Chepote et al. (1988) pesquisando os efeitos da adubação potássica no crescimento e na produção do dendezeiro em Latossolo Vermelho-Amarelo observaram uma produção máxima de 20 t.ha⁻¹ de cachos , no oitavo ano com aplicação de 1580 kg ha⁻¹ano⁻¹ de cloreto de potássio.

A aplicação de 1.800 g planta⁻¹ do cloreto de potássio nas condições de Manaus-AM, segundo Rodrigues (1993), proporcionou aumento na produção de cachos no dendezeiro, em seu quinto ano de idade, na ordem de 8,44 t de cachos ha⁻¹ ano⁻¹.

Santos (1999) constatou resposta à aplicação de cloreto de potássio do sexto ao décimo segundo anos de idade, com relação à produção de cachos ha⁻¹ ano⁻¹, com variação entre 14,61 a 22,7 t de cachos ha⁻¹ ano⁻¹, aplicando 1900 a 2725 g planta⁻¹ de cloreto de potássio.

Pesquisa realizada por Pacheco et al. (1985), durante 15 anos, mostrou que a aplicação de sulfato de magnésio não aumentou a produção de dendezeiro, exceção no décimo ano para as variáveis peso e número de cachos.

Na opinião de Viégas e Botelho (2000), a principal causa da deficiência de magnésio na Amazônia são: o baixo teor do nutriente na maioria dos solos, interação com cálcio e potássio, e altos índices de precipitação, que facilita a lixiviação deste cátion. Em um hectare de dendezeiro, Ollagnier et al. (1970), determinaram que para a produção de 15,0 t ha⁻¹ano⁻¹ necessita-se de 20,0 kg.ha⁻¹ de Mg enquanto Viégas (1993), considerando esta mesma produção, estimou em 16,0 kg.ha⁻¹ano⁻¹ de Mg.

Outros trabalhos de pesquisa foram conduzidos, na Amazônia, entre os quais, Pacheco et al. (1985), Rodrigues (1993), Viégas (1993), Santos (1999), e Pimentel (2001), pesquisando nutrição e adubação de dendezeiros.

Em virtude da importância que estes nutrientes representam para a cultura do dendezeiro foi desenvolvido este trabalho com o objetivo avaliar os efeitos da adubação fosfatada, potássica e magnesiana sobre a produção do dendezeiro nas condições edafoclimáticas do município de Tailândia PA.

2.4. MATERIAL E METODOS

2.4.1 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O experimento foi conduzido na Fazenda da Companhia Real Agroindustrial, localizada as margens da rodovia PA – 150 km 74, que liga Belém a Marabá, município de Tailândia, situado à nordeste do Estado do Pará, entre as coordenadas geográficas 2°00' e 4°00' de latitude sul 5°00' e 48°00' de longitude oeste, entre os rios Moju e Acará. O clima local, na classificação de Köppen, é do tipo Ami, sendo que a distribuição das chuvas da área define duas épocas, uma chuvosa, que vai de dezembro a maio e outra menos chuvosa de junho a novembro. O solo da área é classificado como Latossolo Amarelo, textura média, cujas análises das características químicas e granulométricas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises químicas e granulométricas do solo à profundidade de 0-30 e 30-50 cm – Tailândia - Pará.

Análise química e granulométrica	Profundidade em cm	
	0 – 30	30 - 50
Matéria orgânica** (g kg ⁻¹)	6,4	6,9
Fósforo total* (mg dm ⁻³)	89	89
Fósforo assimilável* – Olsen (mg dm ⁻³)	12	12,5
Ca (cmolc dm ⁻³)*	2,38	0,17
Mg (cmolc dm ⁻³)*	0,50	0,20
K (cmolc dm ⁻³)*	0,04	0,04
Al (cmolc dm ⁻³)	0,02	0,53
pH em H ₂ O	6,2	4,8
Argila (g kg ⁻¹)	340	300
Silte (g kg ⁻¹)	50	70
Areia grossa (g kg ⁻¹)	260	300
Areia fina (g kg ⁻¹)	350	330

* Extraídos com resina trocadora de íons

** Método colorimétrico

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3 x 2, com duas repetições, sendo quatro doses de fósforo, três doses de potássio e duas doses de magnésio, com 48 parcelas, conforme croqui da área experimental, com 6 linhas de 6 plantas totalizando 36 plantas por parcela, das quais 16 plantas foram consideradas úteis para as avaliações (Figura 1 e 2).

O espaçamento utilizado foi em triângulo de nove metros em quincôncio (9 m entre plantas e 7,80 m entre linhas), com uma área total de 12,64 ha com 1 824 plantas, sendo 768 palmeiras úteis.

Os fertilizantes foram aplicados manualmente, em dose única anual no final das chuvas de cada ano (maio – junho), no coroamento das plantas, utilizando-se como referência para distância do estipe a área de projeção da copa, de forma que o fertilizante fique o mais distribuído possível.

As doses aplicadas no experimento, estão descritas na Tabela 2 e as formas dos nutrientes utilizados foram: cloreto de potássio (60% de K_2O), fosfago (30% de P_2O_5 total e 32% de CaO), hiperfosfago (32% de P_2O_5 total e 33 % de CaO)) e sulfato de magnésio (18% de MgO). Antes do início dos tratamentos foi efetuada uma adubação uniforme, em toda a área experimental, com 500 kg ha⁻¹ de fosfino de Goiás (33% de P_2O_5 e 42% de CaO), 250 g planta⁻¹ da fórmula 12-17-10-3 (NPKMg), na cova, por ocasião do plantio, mais 750 g por planta da mesma fórmula no coroamento das plantas durante o primeiro ano de idade. A partir de 1985 iniciaram-se às adubações experimentais, Tabela 2, até o final das observações (décimo primeiro anos de idade). As observações de produção iniciaram-se em 1989, ou seja, ao sexto ano de idade.

Foram realizados os seguintes tratos culturais: poda, coroamento, rebaixamento da *Pueraria phaseoloides*, abertura e manutenção de ruas.

As variáveis avaliadas foram: número médio de cachos por planta (NMCP), peso médio de cachos por planta (PMCP) e produtividade de cachos em t ha⁻¹, no período do sexto ao décimo primeiro anos de idade e os resultados obtidos no experimento foram submetidos a análise de regressão.

2.4.2. Preparo da área, material vegetal utilizado

O preparo da área foi realizado, incluindo desmatamento manual e queima. O enleiramento foi mecanizado, formando-se uma leira para cada quatro linhas da plantação de dendzeiros e a cobertura utilizada a *Pueraria phaseoloides*.

Tabela 2 : Fontes, épocas de aplicação e doses de fertilizantes utilizadas, em Tailândia-PA.

Fontes	Níveis*	Quantidades (g/planta)						
		1985 julho	1986 julho	1987 junho	1988 junho	1989/1990 maio/ julho	1991/1994	1995
Superfosfato Triplo	0	0	0	---	---	---		
	1	300	400	---	---	---		
	2	600	800	---	---	---		
	3	900	1.200	---	---	---		
Hiperfosfago* *	0	---	---	400				
	1	---	---	800				
	2	---	---	1 200				
	3	---	---	1.600				
Fosfago	0	---	---		600	1 000	1 000	
	1	---	---		1 200	2 000	2 000	
	2	---	---		1 800	3 000	3 000	
	3	---	---		2 400	4 000	4 000	
Fosfato Natural Carolina do Norte	0	---	---					0
	1	---	---					1 200
	2	---	---					1 800
	3	---	---					2 400
Cloreto de potássio (60%de K ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	200	400	500	700	1 000	1 200	1 500
	2	400	800	1 000	1 400	2 000	2 400	3 000
Sulfato de magnésio (18% de Mg)	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	200	400	500	700	1.000	1.000	700
Uréia	---	300	500	---	---	---		
Bórax		0	0	0	100	0	50 ***	0

--- Aplicação de 500kg por há de fosfino em toda área do experimento e 250 g, mais 750 g por planta da fórmula 12-17-10-3 (NPKMg) na cova e período improdutivo

** - Retirado pelo fabricante em 1989, sendo substituído pelo fosfago

*** - Aplicação de borax, somente em 1991.

O material genético de dendezeiro utilizado é proveniente da estação de pesquisa de La Mé do Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux, sendo constituídos pelos híbridos DELI x La Me (Categoria C...) que foram produzidos devido aos bons resultados alcançados em termos de rendimentos em óleo por hectare e baixa taxa de crescimento, o que facilita grandemente a colheita e prolonga a duração de vida econômica da plantação.

Os dendezeiros passaram por um período de pré-viveiro, que teve uma duração de 5 a 6 meses e um período de viveiro, que se estendeu por 9 meses.

Figura 1: CROQUI DA DISTRIBUIÇÃO DAS PLANTAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

● PLANTAS DE BORDADURA

● PLANTAS ÚTEIS

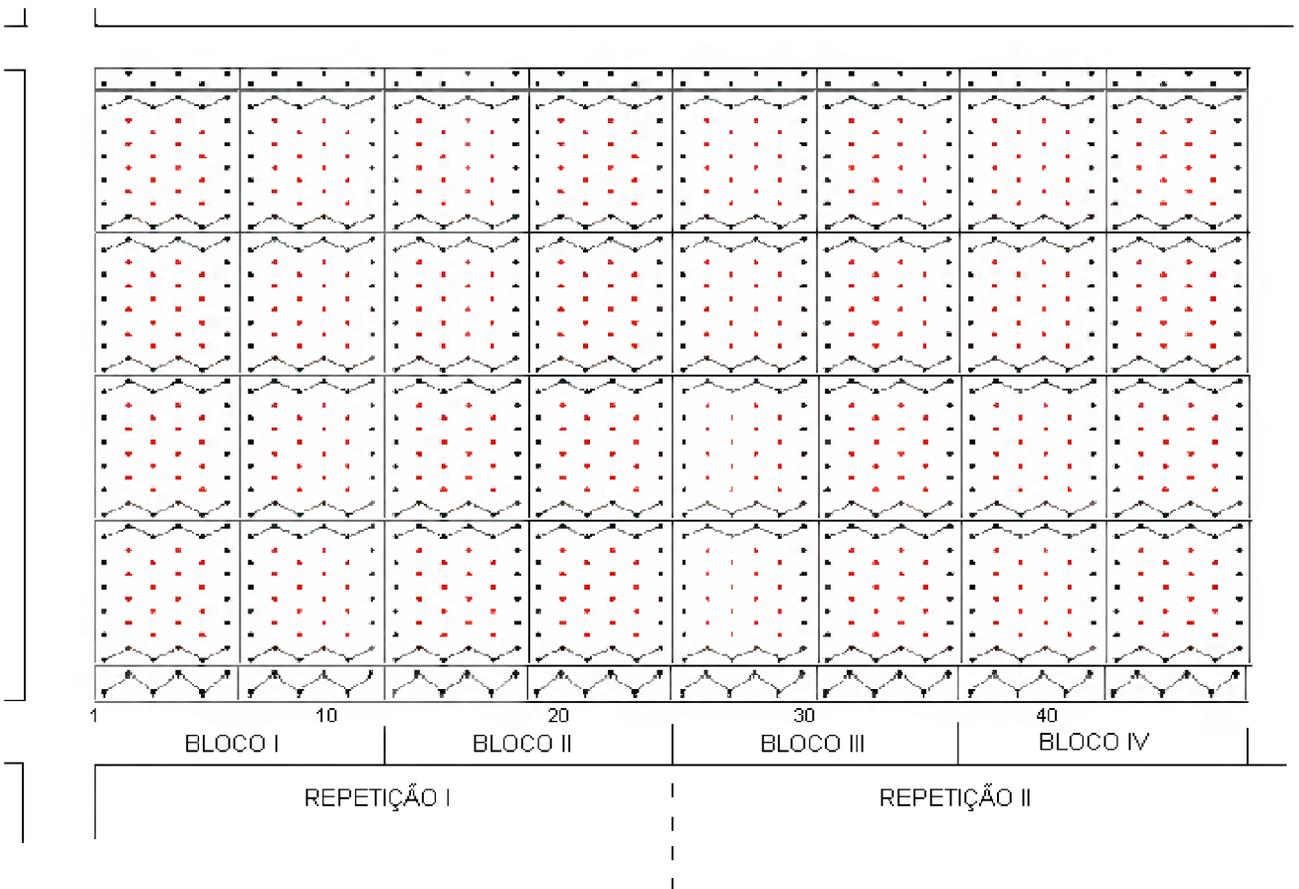


Figura 2: DISTRIBUIÇÃO DOS TRATAMENTOS NA ÁREA EXPERIMENTAL.

38
3732
3126
2520
1914
138
7

2

6	12	18	24	30	36	42	48
P ₁ K ₂ Mg ₁	P ₂ K ₀ Mg ₁	P ₄ K ₂ mg ₁	P ₁ K ₁ Mg ₀	P ₃ K ₁ Mg ₁	P ₁ K ₀ Mg ₁	P ₁ K ₁ Mg ₀	P ₄ K ₂ Mg ₀
5	11	17	23	29	35	41	47
P ₂ K ₂ Mg ₀	P ₂ K ₁ Mg ₀	P ₄ K ₀ Mg ₀	P ₂ K ₁ Mg ₁	P ₁ K ₂ Mg ₀	P ₄ K ₂ Mg ₁	P ₃ K ₂ Mg ₁	P ₁ K ₀ Mg ₀
4	10	16	22	28	34	40	46
P ₄ K ₂ Mg ₀	P ₃ K ₁ mg ₁	P ₁ K ₀ Mg ₁	P ₃ K ₁ Mg ₀	P ₄ K ₀ Mg ₀	P ₁ K ₁ Mg ₁	P ₂ K ₀ Mg ₁	P ₄ K ₁ Mg ₁
3	9	15	21	27	33	39	45
P ₄ K ₀ Mg ₁	P ₁ K ₀ Mg ₀	P ₃ K ₂ Mg ₀	P ₃ K ₀ Mg ₁	P ₂ K ₁ Mg ₀	P ₃ K ₀ Mg ₁	P ₁ K ₂ Mg ₁	P ₃ K ₁ Mg ₀
2	8	14	20	26	32	38	44
P ₁ K ₁ Mg ₁	P ₃ K ₂ Mg ₁	P ₂ K ₀ Mg ₀	P ₁ K ₂ Mg ₀	P ₂ K ₂ Mg ₁	P ₄ K ₁ Mg ₀	P ₁ K ₂ Mg ₀	P ₄ K ₀ Mg ₁
1	7	13	19	25	31	37	43
P ₃ K ₀ Mg ₀	P ₄ K ₁ Mg ₀	P ₂ K ₂ Mg ₁	P ₄ K ₁ Mg ₁	P ₃ K ₂ Mg ₀	P ₂ K ₀ Mg ₀	P ₃ K ₀ Mg ₀	P ₂ K ₁ Mg ₁
1	6 7	12 13	24	25	30 31	36 37	42 48
BLOCO I REPETIÇÃO I				BLOCO II REPETIÇÃO II			



2.5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1.EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA SOBRE A PRODUÇÃO DE DENDEZEIROS .

Os resultados do efeito da aplicação de fósforo, usando como fonte o fosfago, sobre o número médio de cachos por planta (NMCP), peso médio de cachos por planta (PMCP) e produtividade de cachos (PROD), em toneladas por hectare, referente aos anos de produção , são apresentados nas Figuras 3, 4 e 5. A aplicação de fosfago promoveu aumento para o número médio de cachos por planta do sétimo ao décimo anos, sendo esse efeito representado na Figura 1C. As doses e produções de máxima eficiência técnica obtidas, foram ao oitavo ano de 3069 g por planta de fosfago para a produção de 14,02 cachos por planta, ao nono ano 3198 g por planta de fosfago para 11,89 cachos por planta e ao décimo ano de 2672 g por planta de fosfago para 11,34 cachos por planta. Observa-se, portanto, que foi possível determinar a dose máxima de fosfago para três dos anos estudados, através de regressão quadrática, entretanto para o sexto ano, mesmo com produção maior, a equação obtida foi a linear ascendente.

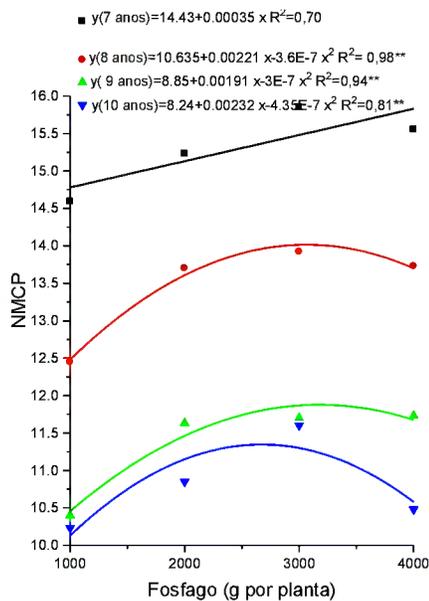


Figura 3: Efeito da adubação fosfatada, sobre o numero médio de cachos por planta em dendzeiros, do sétimo ao décimo anos de idade.

Pacheco et al. (1985), trabalhando nas condições edafoclimáticas de Benevides - Pa, obtiveram com a aplicação de 1000 a 2000 g por planta de superfosfato triplo do sétimo ao décimo anos valores de 6,8 a 8 cachos por planta e na presente pesquisa, nessa mesma idade, valores de 11,34 a 15,74 cachos por planta com dosagens de 2672 a 3326 g por planta de fosfago, respectivamente. Essas diferenças na produção podem ser explicadas pelo material genético, utilizado nesta pesquisa, ser mais eficiente para aproveitamento do fertilizante, apesar de que as condições climáticas da região, do referido autor, serem mais indicadas para a cultura do dendezeiro. Rodrigues (1993), estudando respostas do dendezeiro à aplicação de superfosfato triplo obteve, nas condições do médio Amazonas, no sétimo ano, 17,2 cachos por planta com aplicação de 2100 g por planta de superfosfato triplo, e, neste trabalho de 15,74 cachos por planta.

Com a aplicação de doses de fosfago obteve-se aumentos significativos para a produção média de cachos por planta do sexto ao décimo primeiro anos, sendo esse efeito melhor explicado por regressão quadrática, com exceção do sétimo e nono anos que apresentou comportamento linear, conforme demonstrada na Figura 4.. A dose de máxima eficiência técnica de fosfago, ao sexto ano, foi de 3069 g por planta para um peso médio de cachos por planta de 129,89 kg. Ao oitavo ano a dose de 3369 g por planta de fosfago para o peso médio de cachos de 187,5 kg e para o décimo ano dosagem de 3054 g por planta de fosfago para 151,59 kg de cachos. Esses resultados confirmam a importância do nutriente fósforo na produção média de cachos por planta, fato também observado pelas pesquisas desenvolvidas por Pacheco et al. (1985), cuja resposta à aplicação de fósforo do quinto ao décimo segundo ano foi marcante. Rodrigues (1993), nas condições edafoclimáticas de Manaus, obteve valores máximos de 82,0 kg por planta, ao décimo ano, com a aplicação de 2100 g por planta de superfosfato triplo, que foi de 151,59 kg por planta de cachos, com a aplicação de 3054 g por planta de fosfago. Em pesquisa desenvolvida nas condições edafoclimáticas de Tailândia – PA.

Pimentel (2001), obteve no sétimo ano 124,50 kg de cachos por planta e no décimo ano 95,76 kg de cachos por planta com a aplicação de 2000 g por planta de fosfino. A maior produção nesta pesquisa pode ser explicada pela melhor qualidade em termos de solubilidade em relação ao fosfino.

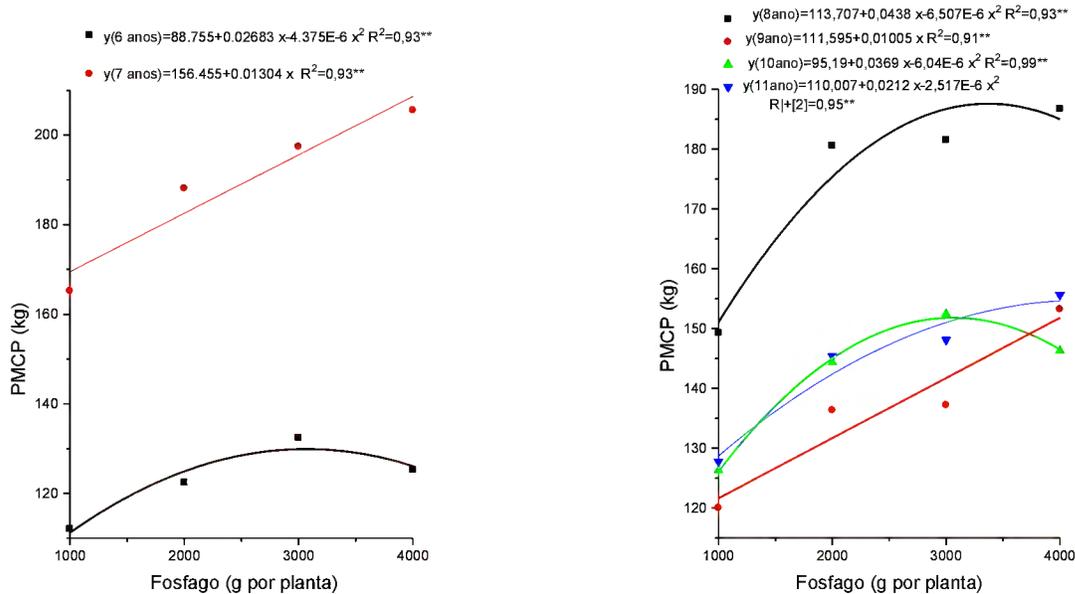


Figura 4: Efeito da adubação fosfatada sobre a produção média de cachos por planta, em dendezeiros, do sexto ao décimo primeiro anos de idade.

Na variável produtividade de cachos de dendezeiros, o fornecimento de doses de fosfago proporcionou aumentos do sexto ao décimo primeiro anos. O efeito dessa relação foi explicado melhor por equações de regressão quadrática no sexto, oitavo, décimo e décimo primeiro anos e lineares no sétimo e nono anos (Figuras 5). No sexto ano de produção a dose de máxima eficiência técnica foi de 3084 g por planta de fosfago para uma produtividade de 17,55 t de cachos por hectare. Ao oitavo ano a dose de máxima eficiência técnica foi de 3369 g por planta de fosfago para uma produção de 25,32 t de cachos por hectare e ao décimo ano de 3060 g por planta de fosfago para a produtividade de 20,50 t de cachos por hectare. Os rendimentos aumentaram no período do sétimo e oitavo anos, atingindo um máximo de 27,75 t de cachos por hectare, no sétimo ano, com a dosagem de 4000 g de fosfago por planta. Essa produtividade pode ser considerada elevada para os plantios comerciais na Amazônia, pois a máxima produtividade obtida foi de 25 t de cachos por hectare na Companhia Agrícola do Acará. Em condições experimentais é a primeira vez que se obtém a produtividade de 27 t cachos por hectare na Amazônia. Ao nono, décimo e décimo primeiro anos, ocorreram redução na produtividade. A justificativa para esta queda na produtividade, pode ser explicada, em função do índice pluviométrico do oitavo e nono anos, de 1993,3 mm e 1669,8 mm, respectivamente, pelo fato de

ter ocorrido uma concentração elevada de chuvas nos primeiros seis meses do ano (Tabela 3), ou seja, 91% e 72%, respectivamente e nos seis meses restantes, um déficit hídrico acentuado, influenciando, com isso, a diferenciação floral da planta, e conseqüentemente, um efeito negativo no rendimento, que, segundo Barcelos et al. (1987), para cada 100 mm de déficit hídrico, corresponde a uma queda de produção de 2 t por ha ano de cachos.

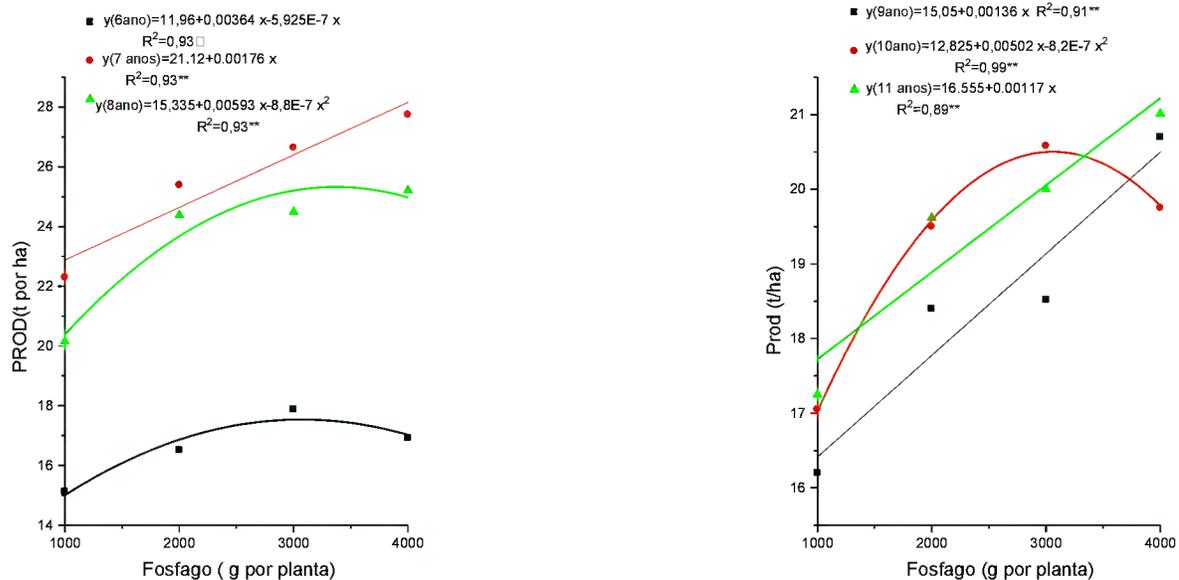
Tabela 3: Precipitação pluviométrica e déficit hídrico em mm, no período de 1989 a 1995.

FONTE: AGROPALMA.

MÊS	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
JAN	134,3	172,4	404,2	95,8	299,6	495,9	340,5
FEV	296,0	378,9	350,1	303,8	240,6	421,2	482,4
MAR	426,7	388,9	286,8	414,8	643,4	537,6	223,2
ABR	495,3	279,2	389,0	227,3	399,9	484,0	384,3
MAI	321,4	221,2	207,4	101,6	104,5	383,1	428,7
JUN	138,6	147,5	115,5	60,2	70,7	174,8	29,1
JUL	161,3	246,7	58,1	98,9	91,5	83,4	53,1
AGO	46,0	55,0	3,2	80,7	61,0	71,8	9,2
SET	61,0	29,9	47,8	40,4	45,9	97,8	27,5
OUT	178,8	130,0	94,8	34,7	100,5	45,3	40,7
NOV	24,4	88,1	3,2	97,3	115,2	43,1	174,3
DEZ	157,5	139,4	33,2	114,3	333,6	155,1	186,2
TOTAL	2.441,3	2.277,2	1.993,3	1.669,8	2.506,4	2.993,1	2.379,2
DÉFICIT	167	172	550	409	203	249	464

Pacheco et al. (1985), nas condições edafoclimáticas de Belém, obteve valores de 6,0 t por ha ao sexto ano aplicando 1500 g por planta de fosfato natural fosfino, e no presente trabalho obteve-se valores de 17,55 t por ha com 3084 g por planta de fosfago. Rodrigues (1993), nas condições edafoclimáticas de Manaus, obteve aumento de rendimento de cachos por ha com a aplicação de superfosfato triplo no sétimo ano de 14,65 t de cachos por ha, aplicando 1000 g por planta de superfosfato triplo e o rendimento obtido nesta pesquisa, foi de 25,39 t cachos por hectare aplicando 2000 g por planta de fosfago. Vale ressaltar que o superfosfato triplo tem 45%

de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico, enquanto o fosfago em torno de 12%.



Figuras 5: Efeito da adubação fosfatada sobre a produtividade cachos por hectare em dendezeiros, do sexto ao décimo primeiro anos de idade.

Chepote et al. (1988), estudando os efeitos da adubação fosfatada na produção do dendezeiro em Latossolo Vermelho Amarelo, na Bahia, obtiveram ao oitavo ano, produtividade de 20,0 t por ha ano^{-1} com a aplicação de 81,0 kg por ha ano^{-1} de P_2O_5 , juntamente com 66 kg por ha ano^{-1} de N e 95,0 kg por ha ano^{-1} de K_2O . Essa produtividade é inferior a da presente pesquisa a de 25,32 t cachos por hectare com aplicação somente de 3369 g por planta de fosfago. Santos (1999), trabalhando nas condições edafoclimáticas de Tailândia-Pa, testando fontes de fósforo obteve 16,11 t de cachos por ha no sexto ano aplicando 1750 g de fosfino por planta, e os rendimentos da presente pesquisa obteve, ao sexto ano de idade 17,55 t cachos por hectare, com a dose de 3084 g por planta de fosfago.

Estudando níveis de fósforo nas condições edafoclimáticas de Tailândia-Pa, Pimentel (2001), observou resposta à aplicação de fósforo no sexto ano de 6,24 t de cachos por ha com a aplicação 1600 g fosfino por planta.

Nesta pesquisa, observou-se, que a adubação fosfatada, tendo como fonte de fósforo, um fosfato parcialmente acidulado, pode ser uma alternativa econômica para o cultivo do dendezeiro,

nos solos do estado do Pará, confirmando os resultados obtidos por Pacheco et al (1985) e Santos (1999).

2.5.2. EFEITO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA SOBRE A PRODUÇÃO DO DENDEZEIRO

Constatou-se que a aplicação de cloreto de potássio não promoveu efeito em nenhum dos anos estudados para a variável número médio de cachos por planta. Esta falta de resposta à aplicação de cloreto de potássio, em relação ao número médio de cachos por planta concordam com os resultados obtidos por Pimentel (2001) em que a aplicação de cloreto de potássio não influenciou nesta variável e que, somente do nono ao décimo primeiro anos ocorreram respostas à aplicação de cloreto de potássio. Pacheco et al. (1989) não constataram resposta à aplicação de cloreto de potássio sobre o número médio de cachos por planta em nenhum dos anos estudados.

Na aplicação de cloreto de potássio obteve-se aumento na produção média de cachos por planta do oitavo ao décimo primeiro anos. A equação de regressão linear ascendente foi a que melhor explicou o efeito da aplicação de cloreto de potássio em função da produção média de cachos por planta.(Figura 6), com produção variando de 176 kg de cachos por planta no oitavo ano a 155 kg por planta no décimo primeiro ano, aplicando 2400 g de cloreto de potássio por planta.

Esse comportamento linear crescente do efeito da aplicação de cloreto de potássio sobre a produção média de cachos por planta do oitavo ao décimo primeiro anos de idade mostra que as doses aplicadas não foram suficientes para atingir o máximo de produção dessa variável no dendezeiro, ou seja, as doses aplicadas ficaram aquém das necessidades das plantas.

Pimentel (2001), pesquisando a resposta da aplicação de cloreto de potássio em plantas de dendezeiro, obteve para a produção média de cachos por planta, no décimo primeiro anos, valores de 123,56 kg de cachos por planta, aplicando 1500 g por planta de cloreto de potássio, portanto inferior aos valores obtidos neste trabalho, que ao décimo primeiro ano foi de 170 kg de cachos por planta com a aplicação de 2400 g de cloreto de potássio (Figura 6).

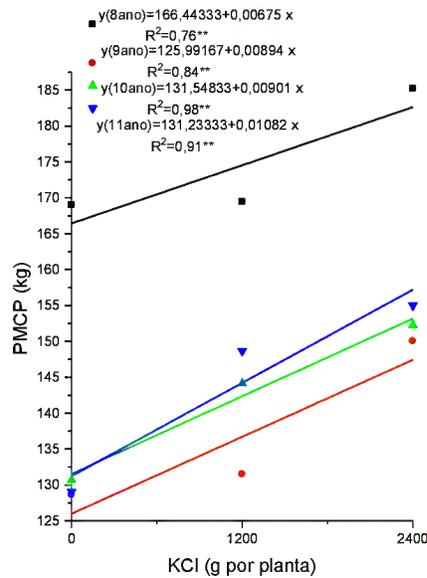


Figura 6: Efeito da adubação potássica sobre o peso médio de cachos por planta em dendzeiros, do oitavo ao décimo primeiro anos de idade.

Avaliando-se a produtividade, a exemplo do que ocorreu a produção média de cachos, às respostas iniciaram-se do oitavo ao décimo primeiro anos. A ausência de resposta à adubação potássica antes do oitavo ano pode ser explicada pela aplicação das doses de cloreto de potássio que estavam preconizadas neste trabalho a partir do segundo ano de idade das plantas, entretanto o registro da produção iniciou-se a partir do sexto ano de idade. A aplicação de 250 g na cova e mais 750 g por planta da formula comercial de adubação 12-17-10-3 (NPKMg) antes de iniciar os tratamentos, podem também ter influenciado. As respostas à aplicação de cloreto de potássio sobre a produtividade do dendzeiro do oitavo ao décimo primeiro anos foram explicadas melhor por equação de regressão linear ascendente, ou seja, as doses aplicadas desse fertilizante ficaram aquém das necessidades das plantas de dendzeiro (Figura 7).

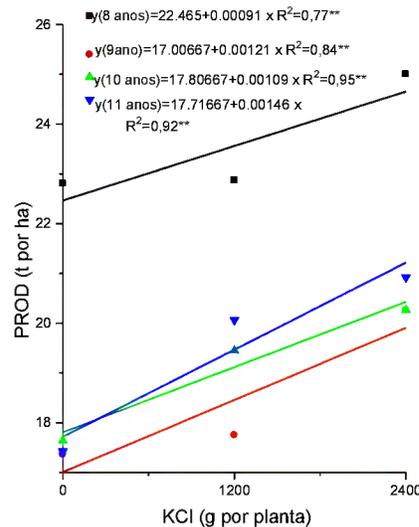


Figura 7: Efeito da adubação potássica sobre a produtividade, em t por ha, em dendezeiros, do oitavo ao décimo primeiro anos de idade.

Pacheco et al (1985), trabalhando na mesorregião de Belém, obteve resposta à aplicação de potássio para a produção de cachos por hectare aos oito anos, com aplicação de 2000 g de cloreto de potássio por planta e rendimento de 14,79 t por ha, por outro lado, aos nove anos, com aplicação de 3000 g de cloreto de potássio por planta, obteve rendimento de 12,6 t por ha, portanto abaixo dos obtidos nesta pesquisa, que ao sétimo ano foi de 25,00 t por ha, aplicando 2400 g de cloreto de potássio por planta.

Na Bahia Chepote et al. (1988), estudando efeitos da adubação potássica no crescimento e produção do dendezeiro em Latossolo Vermelho Amarelo, observaram uma produção máxima de 20,0 t por ha no oitavo ano com a aplicação de 45,0 kg por ha ano de K_2O , aliada, ainda a adubação nitrogenada e fosfatada, enquanto o obtido nesta pesquisa, no mesmo ano de produção, foi de 25,0 t por ha aplicando, 2400g por planta de cloreto de potássio.

Santos (1999) pesquisando a resposta do dendezeiro a aplicação de cloreto de potássio nas condições edafoclimáticas de Tailândia-Pa, obteve no oitavo ano 19,6 t por ha com a aplicação de 3200 g por planta de cloreto de potássio e no nono ano 16,6 t por ha de cachos com a mesma dose. Esses rendimentos são inferiores aos obtidos na presente pesquisa que no oitavo ano o rendimento foi de 25,00 t por ha de cachos com dosagem de 2400 g por planta de cloreto de potássio e no nono ano 20,25 t por ha de cachos utilizando-se a mesma dosagem. .

Em função dos resultados obtidos nesta pesquisa confirma-se para as condições edafoclimáticas do município de Tailândia - Pará, a importância da adubação potássica na produtividade do dendezeiro.

2.5.3. EFEITO DA ADUBAÇÃO MAGNESIANA SOBRE A PRODUÇÃO DO DENDEZEIRO.

Os resultados obtidos com aplicação de sulfato de magnésio sobre as variáveis de produção do dendezeiro estão contidos na Tabela 6. A aplicação de sulfato de magnésio não promoveu aumentos no número médio de cachos por planta, produção média de cachos por planta e produtividade ao longo dos seis anos estudados. Pacheco et al. (1985) também, não obtiveram resposta para a variável produtividade com a aplicação de sulfato de magnésio na microrregião de Belém Pa. Resultados semelhantes foram obtidos por Pimentel (2001) com o suprimento de magnésio durante nove anos, que não promoveu aumentos no número médio de cachos por planta, produção média de cachos por planta e produtividade. Santos (1999) também não obteve resposta para o número médio de cachos por planta com aplicação de sulfato de magnésio, por outro lado, a produtividade aumentou com o suprimento desse fertilizante no décimo primeiro ano e décimo segundo ano com valores de 13,46 t de cachos por hectare a 16,39 t de cachos por hectare, respectivamente.

2.6. CONCLUSÕES

A aplicação de fosfato tem influência importante no peso médio de cachos e conseqüentemente na produtividade, principalmente quando considerada a relação N x P de dendezeiros em produção.

A aplicação de cloreto de potássio tem participação fundamental no número médio de cachos de dendezeiros em produção.

A aplicação de sulfato de magnésio não tem influência no número médio de cachos por planta, produção média de cachos por planta e produtividade em dendezeiros, do sexto ao décimo primeiro anos de idade.

2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARCELOS, E.; PACHECO, A. R.; MILLER, A. A.; VIEGAS, I. de J. M.; TINOCO, P. B. Dendê: Informações básicas para o seu cultivo. Belém: **EMBRAPA** – UEPAE, Belém/Brasília: Embrapa DDT, 40 pag, 1987.
- CHEPOTE, R. E.; VALLE, R. R.; SANTANA, C. J. L. Resposta do dendezeiro à nutrição mineral. **Revista brasileira de ciência do solo**, Campinas v 12 pág 257 – 262, 1988.
- PACHECO, A.R.; TAILLER, B.J.; ROCHA DE SOUZA, R.L.; LIMA, E.J. Lês deficiences minérales du palmier à huile. (*Elaeis guineensis* Jacq) dans la region de Belém – PA – Brasil, **Oléagineux**, Paris, v. 40; n° 6 p. 295 – 306, 1985.
- PACHECO, A. R.; BARNWELL, I. M.; TAILLIEZ, B. J. Des cas de deficiencia en cuivre en pepinière de palmiers à huîle en Amazonie bresilienne. **Oléagineux**, Paris, 41 (11): pag. 483 – 489, 1986.
- RODRIGUES, M. do R. L. **Resposta do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq) à aplicação de fertilizantes nas condições do médio Amazonas**. Piracicaba: ESALQ, Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, 1993.
- SANTOS, L. D. dos **Resposta do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq) à aplicação de NPK e Mg nas condições edafoclimáticas de Tailândia – Pará**, FCAP Belém – Dissertação de mestrado, 1999.
- PIMENTEL, M. J. O. de **Resposta do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq) á aplicação de n, p k e mg nas condições edafoclimáticas de Tailândia – PA**. 81 pag. Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém PA, 2000.
- 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, Tailândia, Pará**. Piracicaba: ESALQ 217 p. Tese de Doutorado, 1993.

CAPITULO 3: EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA, POTASSICA E MAGNESIANA SOBRE O TEOR DE NUTRIENTES EM DENDEZEIROS (*Elaeis guineensis* Jacq.) NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMATICAS DE TAILÂNDIA – PA.

3.1. RESUMO: O estudo das concentrações de nutrientes nas plantas em função das aplicações dos fertilizantes são informações indispensáveis para uma definição e recomendação de adubação mais adequada para um plantio comercial de dendezeiro. Assim sendo, este trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar os efeitos da adubação fosfatada, potássica e magnésiana sobre o teor de nutrientes, na folha 17 do dendezeiro. A pesquisa foi conduzida em plantio comercial, da Companhia Real Agroindustrial, em Latossolo Amarelo textura média localizada no município de Tailândia – Pa. Foi adotado delineamento blocos ao acaso, com duas repetições e arranjo fatorial 4x3x2, ou seja, quatro doses de fósforo, três doses de potássio e duas doses de magnésio. As avaliações dos teores de nutrientes foram efetuadas na folha 17 dos dendezeiros com idades de seis a onze anos. A aplicação de fósforo promoveu efeito positivo no teor de nitrogênio do nono ao décimo primeiro ano, embora no oitavo ano o teor tenha aumentado, mas não significativamente. Os teores de fósforo aumentaram em função das doses do oitavo ao décimo primeiro ano, sendo no oitavo ano determinado o teor máximo de $1,42 \text{ g kg}^{-1}$ de P com a dose de 3750 g por planta. O teor foliar de potássio teve forte redução com a aplicação das doses de fósforo do nono ao décimo primeiro anos. Os teores de cálcio aumentaram do nono ao décimo primeiro anos de idade com a aplicação de fósforo, sendo a equação quadrática ascendente a que melhor representou o comportamento deste nutriente. O enxofre teve seus teores aumentados no nono ano com a aplicação de fósforo. O micro nutriente boro foi fortemente influenciado em seus teores com a aplicação de doses de fósforo do nono ao décimo primeiro anos de idade, sendo que no décimo primeiro anos o teor máximo foi de $28,04 \text{ mg kg}^{-1}$ de B para a dose de 3363 g por planta. A aplicação de potássio não promoveu efeito nos teores de nutrientes, na folha 17 de dendezeiros, do oitavo ao décimo primeiro anos de idade. A aplicação de sulfato de magnésio melhorou a absorção de magnésio ao nono e décimo primeiro anos de idade e reduziu os teores de cálcio no nono ano de idade, porém ainda dentro do nível crítico considerado para a cultura.

Palavras chave: Nutrição mineral, Níveis foliares, Adubação.

CHAPTER 3: EFFECT OF P, K AND Mg FERTILIZERS ON CONCENTRATION OF NUTRIENTS IN OIL PALM TREES (*Elaeis guineensis* Jacq.) OF THAILAND, PARA, BRAZIL.

3.2. ABSTRACT: The study of the nutrient content in plants as a function of fertilizers applications is an essential information for the recommendation of adequate fertilizer formulas for higher production. The objectives of this work were to determine the effect of phosphate, potash and magnesium fertilizers on the levels of nutrients in leaf 17 of oil palm. The experiment was carried out in field conditions in a commercial plantation of Agro-industrial Real Company, at the city of Thailand, Para, Brazil. A randomized block experimental design with treatments arranged in a 4 x 3 x 2 factorial and two replicates of 16 plants/plot was used. Treatments were 4 levels of phosphorus, 3 levels of potassium and 2 levels magnesium. Variables collected were nutrient content in leaf 17 of oil palm from sixth to the eleventh year of the experiment. P application increased N concentration in the oil palm leaf from eight to eleventh year of the experiment. Highest leaf P was observed in the eight year with a value of 1,42 g P.kg⁻¹ for the dose of 3.750 g P₂O₅/plant. Leaf K strongly decreased due to P application from the ninety to the eleventh year. Ca levels in the leaf oil palm also increased with doses of P from the ninety to eleventh year, while S increased in the leaf of oil palm due to P application just in the ninety year. The level of B was also affected by P application with an average level of 28,04 mg B.kg⁻¹ for the dose of 3.360 g P.plant⁻¹. The sulphate of magnesium application increased the absorption of Mg from the ninety to the eleventh year and decreased Ca levels in the leaf of oil palm in the ninety year. Level of Ca in the leaf, however, remained above critical level for oil palm.

Index Terms: Mineral nutrition, Leaf content of nutrients, Mineral fertilizers.

3.3. INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial e a necessidade de produção de alimentos, a crescente demanda por gorduras cresceu consideravelmente, e, também há uma tendência pelo consumo de gorduras de origem vegetal, que são as consideradas menos nocivas à saúde humana. O óleo de palma aparece como uma alternativa viável para suprir esta demanda, pois, além de adaptar-se a uma variedade de solos nas regiões intertropicais, tem rendimento considerável, é uma cultura grande consumidora de CO₂ e adapta-se perfeitamente num caráter sócio ambiental, com uma vida útil da planta bastante longa (SANTOS, 1999). Infelizmente a expansão do cultivo de dendezeiros no Brasil, não tem acompanhado a demanda crescente por óleos vegetais, entretanto existe uma grande perspectiva do cultivo desta oleaginosa, que possui um óleo de larga utilização desde a indústria alimentícia passando pela siderurgia e oleoquímica e mais recentemente como mistura de óleo combustível, o biodiesel.

As condições edafoclimáticas do Estado do Pará, que possui extensas áreas aptas ao cultivo desta *Arecaceae* Muller (2000), e a grande produtividade por unidade de área são fatores que estimulam de sobremaneira o seu cultivo, aliado, ainda, que o Brasil detém a tecnologia para produção de sementes de materiais genéticos altamente produtivos e adaptados. No Brasil, o Pará, possui a maior área plantada e foi pioneiro na agroindústria empresarial do dendê tendo implantado em 1976 a primeira fábrica para extração de óleo bruto de palma. Atualmente o Estado conta com 7 fábricas e uma refinaria, inclusive com terminal portuário.

Em função dos solos Amazônicos, em geral pobres quimicamente e ácidos (Macedo e Rodrigues 2000), altas quantidades de fertilizantes são aplicados, muitas vezes sem conhecimento prévio da dinâmica desses nutrientes no solo e planta, podendo determinar o insucesso ou baixo aproveitamento dos fertilizantes, já que esta prática constitui-se numa das mais caras no processo produtivo, alcançando em média de 35 a 40% do custo anual.

Na região Amazônica as plantações de dendezeiros estão localizadas em áreas que fazem parte do grande grupo dos Latossolos, os quais, são de baixa fertilidade natural, principalmente em fósforo o que, segundo Viégas (1993), é a causa principal da baixa produtividade dos dendezeais. A utilização de fósforo pelos frutos chega a corresponder na média das idades em 10% a mais, em relação aos demais componentes da planta, demonstrando a importância desse

nutriente para a sua formação. Considerando que os frutos são retirados do campo a reposição deste nutriente, assume maior importância. O referido autor obteve ainda uma faixa de teor de fósforo, na folha 17 do dendezeiro, de 1,1 a 1,4 g kg⁻¹ de P em plantas com dois a oito anos de idade e Rodrigues (1993), nas condições de Manaus, obteve teores que variaram de 1,3 a 1,8 g kg⁻¹ de P. Apesar do dendezeiro não exportar muito fósforo, este é de fundamental importância para obter-se boa produtividade, e, também porque os solos da Amazônia são muito pobres neste nutriente e grandes fixadores de fósforo. Os fertilizantes fosfatados são aplicados em grande escala, e possuem altas concentrações de cálcio que é absorvido pelas plantas em detrimento de potássio e magnésio.

O dendezeiro é altamente exigente em potássio e sua exportação é a maior entre os nutrientes (VIÉGAS 1993). Pesquisadores do Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux - IRHO (1989), em seus estudos no Oeste da África sobre a nutrição potássica, observaram a pobreza desses solos em potássio, mas que é facilmente corrigida com a aplicação de adubos potássicos. Em uma análise geral no conjunto de experimentos conduzidos por pesquisadores do IRHO, ficou constatado que o nível crítico de potássio não ser universal e que depende em particular da pluviometria de cada local. Os estudos realizados pelo Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (1989), mostraram que as curvas de resposta e os níveis críticos deste nutriente variam em função da suplementação hídrica das palmeiras. Assim, o nível crítico passa por um máximo de 10,5 g kg⁻¹ de K, nas situações caracterizadas por um déficit hídrico médio de 200,0 mm, e atinge valores de 7,0 g kg⁻¹ de K quando os déficits são fortes ou muito fracos (600 e zero mm). As hipóteses atribuem ao potássio um duplo papel de nutriente e de elemento que favorece a resistência à seca.

A aplicação de altas doses de potássio, ao longo dos anos na cultura do dendezeiro traz como consequência dificuldade na absorção de boro (Pimentel 2001), sendo este um micronutriente indispensável para as plantas de dendezeiros e coqueiro (Lins 2000) nos solos, onde essas culturas estão implantadas. Desta forma, os estudos dos teores de nutrientes nas plantas em função das aplicações dos fertilizantes são informações indispensáveis para uma definição e recomendação de adubação mais adequada para um plantio comercial de dendezeiro. Assim sendo, este trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar o efeito da adubação fosfatada, potássica e magnésiana sobre os teores de nutrientes, na folha 17 do dendezeiro.

3.4. MATERIAL E METODOS

3.4.1 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O experimento foi conduzido na Fazenda da Companhia Real Agroindustrial, localizada as margens da rodovia PA – 150 km 74, município de Tailândia, situado à nordeste do Estado do Pará, entre as coordenadas geográficas 2°00' e 4°00' de latitude sul 5°00' e 48°00' de longitude oeste, entre os rios Moju e Acará.

O clima local, na classificação de Köppen, é do tipo Ami, sendo que a distribuição das chuvas da área define duas épocas, uma chuvosa, que vai de dezembro a maio e outra menos chuvosa de junho a novembro. O solo da área é classificado como Latossolo Amarelo, álico textura média, cujos resultados das análises químicas e granulométricas, estão contidos na Tabela 4.

O delineamento experimental foi o de blocos ao caso, em esquema fatorial 4 x 3 x 2, com duas repetições, sendo quatro níveis de fósforo, três de potássio e dois de magnésio, com 48 parcelas com seis linhas de seis plantas totalizando 36 plantas por parcela, sendo 16 plantas úteis para as avaliações.

O modelo de espaçamento utilizado foi em triângulo, com nove metros entre plantas e 7,80 m entre linhas, perfazendo uma área total de 12,64 ha com 1 824 plantas, sendo 768 palmeiras úteis, 16 plantas úteis por tratamento.

Tabela 4 – Resultados das análises químicas e granulométricas do solo à profundidade de 0-30 e 30-50 cm – Tailândia - Pará. método EMBRAPA.

Análise química e granulométrica	Profundidade em cm	
	0 – 30	30 - 50
Matéria orgânica** (g kg ⁻¹)	6,4	6,9
Fósforo total* (mg dm ⁻³)	89	89
Fósforo assimilável* – Olsen (mg dm ⁻³)	12	12,5
Ca (cmolc dm ⁻³)*	2,38	0,17
Mg (cmolc dm ⁻³)*	0,50	0,20
K (cmolc dm ⁻³)*	0,04	0,04
Al (cmolc dm ⁻³)	0,02	0,53
pH em H ₂ O	6,2	4,8
Argila (g kg ⁻¹)	340	300
Silte (g kg ⁻¹)	50	70
Areia grossa (g kg ⁻¹)	260	300
Areia fina (g kg ⁻¹)	350	330

* Extraídos com resina trocadora de íons

** Método colorimétrico

Os fertilizantes foram aplicados manualmente, em dose única anual no final das chuvas de cada ano (maio – junho), em coroamento das plantas, utilizando-se como parâmetro para distância do estipe a área de projeção da copa, de forma que o fertilizante ficasse o mais distribuído possível. A aplicação de fertilizantes para os tratamentos iniciaram-se a partir do segundo ano de idade e as coletas de folíolos foram efetuadas a partir sexto ano de idade

As doses dos fertilizantes aplicados no experimento estão descritas na Tabela 5. As formas dos nutrientes utilizados foram cloreto de potássio com 60% de K₂O, fosfago com 28% de P₂O₅ total e 42% de CaO, hiperfosfago com 32% de P₂O₅ total e 33 % de CaO e sulfato de magnésio com 18% de OMg. Antes do início dos tratamentos foi efetuada uma adubação uniforme, em toda a área experimental, com 500 kg ha⁻¹ de fosfino de Goiás (33% de P₂O₅ e 42% de CaO) e 250 g por planta da fórmula 12-17-10-3 (NPKMg), na cova, por ocasião do plantio,

mais 750 g por planta dessa fórmula no coroamento das plantas antes de iniciar a produção. Foram realizados tratos culturais, necessários para um bom desenvolvimento das palmeiras, como: poda, coroamento, rebaixamento da *Pueraria phaseoloides*, abertura e manutenção de ruas.

As variáveis avaliadas foram os teores de nutrientes na folha 17 do dendezeiro. A coleta dos folíolos foi realizada sobre todas as plantas úteis de cada tratamento. As análises foliares foram realizadas seguindo-se os métodos descritos por SARRUGE e HAAG (1974) e o teor de cloro pela titulação com nitrato de prata. Os resultados foram submetidos à análise de variância teste F, e obtida a significância realizada as análises de regressão até segundo grau, utilizando-se o programa SAS.

Tabela 5 – Fontes, épocas de aplicação e doses de fertilizantes utilizadas, em Tailândia-PA.

Fontes	Níveis*	Quantidades (g/planta)						
		1985 julho	1986 julho	1987 junho	1988 junho	1989/1990 maio/ julho	1991/1994	1995
Superfosfato Triplo	0	0	0	---	---	---		
	1	300	400	---	---	---		
	2	600	800	---	---	---		
	3	900	1.200	---	---	---		
Hiperfosfago* *	0	---	---	400				
	1	---	---	800				
	2	---	---	1 200				
	3	---	---	1.600				
Fosfago	0	---	---		600	1 000	1 000	
	1	---	---		1 200	2 000	2 000	
	2	---	---		1 800	3 000	3 000	
	3	---	---		2 400	4 000	4 000	
Fosfato Natural Carolina do Norte	0	---	---					0
	1	---	---					1 200
	2	---	---					1 800
	3	---	---					2 400
Cloreto de potássio (60%de K ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	200	400	500	700	1 000	1 200	1 500
	2	400	800	1 000	1 400	2 000	2 400	3 000
Sulfato de magnésio (18% de Mg)	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	200	400	500	700	1.000	1.000	700
Uréia	---	300	500	---	---	---		
Bórax		0	0	0	100	0	50 ***	0

--- Aplicação de 500kg por há de fosfino em toda área do experimento e 250 g, mais 750 g por planta da fórmula 12-17-10-3 (NPKMg) na cova e período improdutivo

** - Retirado pelo fabricante em 1989, sendo substituído pelo fosfago

*** - Aplicação de borax, somente em 1991.

3.4.2. Preparo da área e material vegetal utilizado.

O preparo da área foi manual, realizando-se o desmatamento e queima. O enleiramento foi mecanizado, formando-se uma leira para cada quatro linhas da plantação de dendzeiro. A leguminosa utilizada na cobertura do solo foi a *Pueraria phaseoloides*.

O material genético de dendzeiro utilizado é proveniente da estação de pesquisa de La Mé do Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux, sendo constituídos pelos híbridos DELI x La Me (Categoria C) que foram produzidos devido aos bons resultados alcançados em termos de rendimentos em óleo por hectare e baixa taxa de crescimento, o que facilita grandemente a colheita e aumenta a duração de vida econômica da plantação.

Os dendzeiros passaram por um período de pré-viveiro, que teve uma duração de 5 a 6 meses e um período de viveiro, que se estendeu por 9 meses.

3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1. EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA SOBRE O TEOR FOLIAR DE NUTRIENTES EM DENDEZEIROS

Os teores de nitrogênio aumentaram com a aplicação das doses de fósforo no nono, décimo e décimo primeiro anos, resultando em equações de regressão linear ascendente (Figura 8), onde não foi possível determinar a dose máxima de fósforo com o máximo teor de nitrogênio, apesar de que, existe uma estreita relação N x P na cultura do dendezeiro (OLLAGNIER e OCHS, 1981).

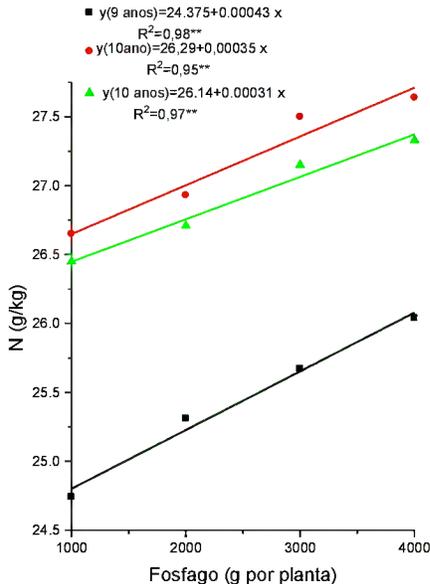


Figura 8 : Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de nitrogênio, na folha 17 do dendezeiro, do nono ao décimo primeiro anos de idade.

Os teores obtidos nesta pesquisa foram semelhantes ao nível crítico estabelecido em plantas com menos de dez anos por Bachy (1964) de $26,0 \text{ g kg}^{-1}$ de N, por Knecht et al. (1977) de $27,0 \text{ g kg}^{-1}$ de N e por Ollagnier e Ochs (1981), que determinaram $26,5 \text{ g kg}^{-1}$ de N. Por outro lado Rognon (1984), afirma que o nível crítico de nitrogênio não pode ser fixo, pois varia em função das doses de fósforo.

Pacheco et al. (1985) pesquisando doses de fósforo no município de Benevides – PA, observaram aumentos nos teores de nitrogênio em função das doses dos adubos fosfatados.

Os resultados obtidos nesta pesquisa concordam com os obtidos por Rodrigues (1993), trabalhando na região de Manaus-AM, onde o teor de nitrogênio na folha 17 variou em função da nutrição fosfatada, e que na sua ausência, mesmo com adubação nitrogenada, mostrou significativa deficiência de nitrogênio.

Pesquisando diferentes fontes de fósforo, na região de Tailândia - PA, Santos (1999), observou uma relação linear à resposta da adubação fosfatada, com o teor de nitrogênio na folha 17. Resultados semelhantes foram obtidos por Pimentel (2001) pesquisando na mesma região, constatou uma correlação linear entre a adubação fosfatada e teor de nitrogênio na folha 17 do dendezeiro. Baseando-se nos resultados obtidos nesta pesquisa e corroborando com os demais trabalhos observa-se uma forte interação N x P em dendezeiros, confirmando e demonstrando com isso a importância da adubação equilibrada em fósforo e nitrogênio.

A adubação fosfatada aumentou os teores de fósforo do oitavo ao décimo primeiro anos. No décimo ano a equação quadrática foi a que melhor representou o teor de fósforo em relação às doses de fosfago, sendo que a dose máxima estimada foi de 3750 g por planta de fosfago para um teor estimada de 1,42 g kg⁻¹ de P na folha 17 do dendezeiro (Figura 9). Ao oitavo, nono e décimo primeiro anos a equação linear ascendente foi a que melhor expressou o comportamento do teor de fósforo em relação às doses de fosfago, ficando evidente que as dosagens aplicadas deste fertilizante ficaram aquém das necessárias para atingir o máximo teor de fósforo(Figura 9).

Bachy (1964), obteve o nível crítico na folha 17, de dendezeiros adultos, de 1,5 g kg⁻¹ de P, enquanto Ng (1986) propõe faixa ótima de fósforo, na folha 17, para plantas com 10 a 15 anos de idade, o teor de 1,5 a 1,65 g kg⁻¹ de P.

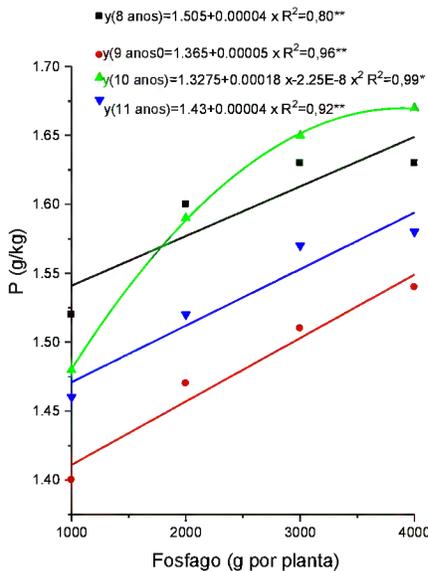


Figura 9: Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de fósforo, na folha 17 do dendezeiro, do oitavo ao décimo primeiro anos de idade.

Na opinião de Uexkull e Fairhurst (1991) o teor ótimo de fósforo, na folha 17 do dendezeiro, situa-se entre 1,5 a 1,9 g kg⁻¹ de P, e que, abaixo de 1,3 g kg⁻¹ de P, indica forte deficiência, especialmente se ocorrer alta relação com o nitrogênio. O teor de 1,54 de P obtido nesta pesquisa estaria, portanto, no limite inferior indicado pelos referidos pesquisadores, assim como nos valores determinados por Rodrigues de 1,3 a 1,8 g kg⁻¹ de P, trabalhando nas condições de Manaus (AM), por Santos (1999) na região de Tailândia – PA que obteve valores de 1,4 a 2,3 g kg⁻¹ de P, e por Pimentel (2001) com teores de 1,3 a 2,1 g kg⁻¹ de P. Portanto, os resultados obtidos neste trabalho concordam com os alcançados por outras pesquisas, ainda que, os valores determinados neste trabalho sejam um pouco inferiores, podendo esse fato ser explicado pela utilização de fonte menos solúvel de fósforo, quando comparada a fontes mais solúveis utilizadas pelos pesquisadores citados.

No fornecimento de doses de fosfago, como fonte de fósforo, obteve-se efeito depressivo no teor de potássio do nono ao décimo primeiro anos de idade na folha 17 de dendezeiros. Os teores de potássio nestes anos variavam de 9,93 a 8,97 g kg⁻¹ de K; 9,94 a 8,23 e 9,27 a 8,37 g kg⁻¹ de K, respectivamente. Comparando-se esse teor de potássio com a faixa ótima desse nutriente, recomendada por Uexkull e Fairhurst (1991) de 9,0 a 13,0 g kg⁻¹ de K

constata-se que os teores mínimos obtidos nessa pesquisa de 8,2 a 8,98 g kg⁻¹ de K estariam abaixo dessa faixa e os teores máximos de 9,2 a 9,9 g kg⁻¹ de K no limite inferior dessa faixa, indicando, portanto necessidade de melhoria no estado nutricional das plantas de dendezeiro em potássio. A equação de regressão que melhor explicou o efeito das doses de fosfago no teor de potássio na folha 17 dos dendezeiros, foi a quadrática descendente (Figura 10).

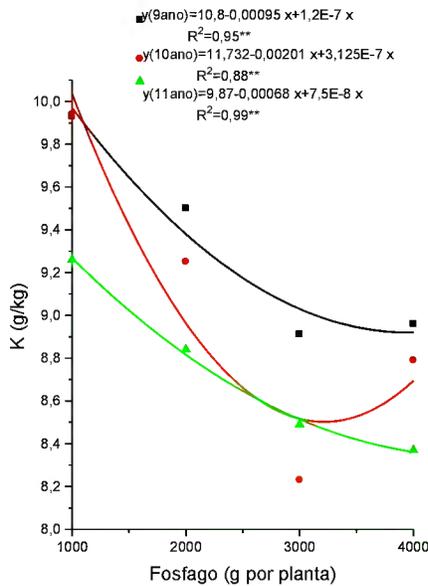


Figura 10: Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de potássio, na folha 17 do dendezeiro, do nono ao décimo primeiro anos de idade.

Esta forte depressão no teor de potássio, em virtude da aplicação das dosagens de fosfago, pode ser explicada pela influência do cálcio contido no fertilizante fosfatado que, segundo Epstein (1975), ocorre uma inibição competitiva ao nível da membrana celular e que segundo Malavolta (1980), esse processo ocorre quando os nutrientes se combinam pelo mesmo sítio ativo do carregador.

Estes resultados discordam dos obtidos por Santos (1999) que constatou que a adubação fosfatada não influenciou nos teores de potássio, na folha 17 dos dendezeiros, ocorrendo apenas uma redução, atribuída ao efeito de diluição na planta do cálcio, em virtude do crescimento da planta. Por outro lado, resultados semelhantes foram observados por Pimentel (2001) em que a aplicação de fósforo tendo como fonte o fosfino reduziu o teor de potássio na folha 17 do dendezeiro.

A aplicação de doses de fosfago, do nono ao décimo primeiro anos, resultou aumentos nos teores de cálcio, na folha 17, em dendezeiros (Figura 11). Nesses anos a equação que melhor representou o comportamento do efeito da aplicação de fosfago sobre o teor de cálcio foi à quadrática ascendente, não sendo possível determinar a melhor relação entre a adubação fosfatada e o teor de cálcio. Estes dados demonstram que o cálcio contido nos adubos fosfatados é bem absorvido pelas plantas de dendezeiro, sendo importante na relação com outros nutrientes como potássio e magnésio.

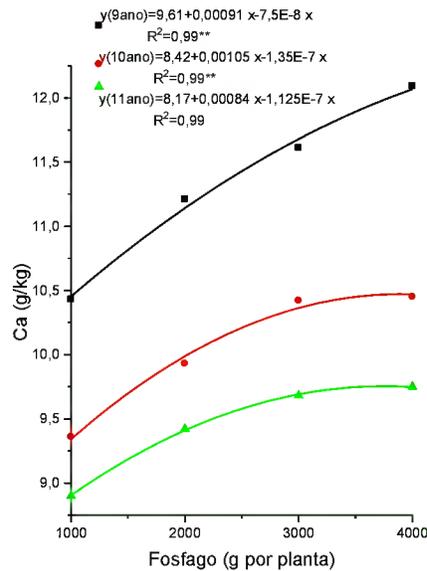


Figura 11: Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de cálcio, na folha 17 do dendezeiro, do nono ao décimo primeiro anos de idade.

Os teores de cálcio determinadas nesta pesquisa são superiores ao nível crítico estabelecido por Prevot e Ollagnier (1956) e Bachy (1964) de $6,0 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca na folha 17. Concorda em parte com os obtidos por Rodrigues (1993), trabalhando em Manaus – AM, com valores entre $7,3$ a $10,8 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca, e são superiores aos determinados por Viégas (1993), em pesquisa conduzida no município de Tailândia – PA com teores que variaram de $7,3$ a $8,3 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca e que segundo este autor, o teor de cálcio nas plantas de dendezeiros deve-se principalmente às aplicações frequentes de fertilizantes fosfatados que contém cálcio.

Santos em (1999) obteve valores de $9,2$ a $12,0 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca, trabalhando nas condições edafoclimáticas de Tailândia com fontes de adubos fosfatados, portanto aproximados dos valores obtidos nesta pesquisa.

Pimentel (2001) observou incremento nos teores de cálcio em função do aumento das doses de fosfino no décimo, décimo primeiro e décimo segundo anos, com valores de 9,1; 9,9 e 14,3 g kg⁻¹ de Ca, respectivamente, portanto concordando em parte com os valores obtidos desta pesquisa, em que a aplicação de fertilizantes fosfatados elevou o teor foliar de cálcio em dendezeiros.

A aplicação de fosfago não promoveu resposta no teor de magnésio, na folha 17 do dendezeiro, cujos teores foram de 2,6 a 2,3 g kg⁻¹ de Mg (Tabela 7). Estes teores são inferiores ao nível crítico estabelecido por Uexkull e Fairhurst (1991) de 3,0 a 4,0 g kg⁻¹ de Mg na folha 17 de dendezeiro. Santos (1999) também não obteve resposta ao teor de magnésio no dendezeiro em função da adubação fosfatada.

O teor de magnésio na folha 17, do dendezeiro, obtida por Pimentel (2001) foi de 3,0 a 3,2 g kg⁻¹ de Mg, portanto, próxima dos valores determinados nesta pesquisa.

A aplicação de fosfago promoveu resposta ao teor de enxofre na folha 17 do dendezeiro no nono ano, sendo explicada pela equação linear ascendente (Figura 12).

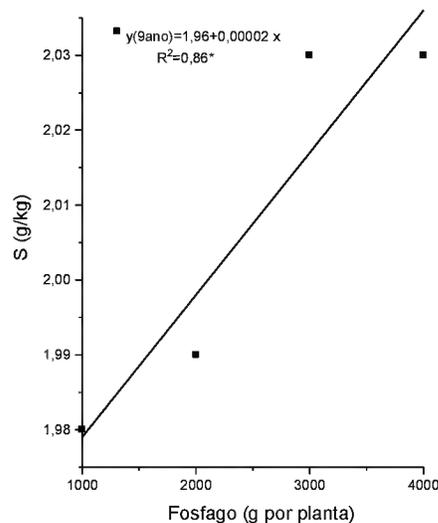


Figura 12: Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de enxofre, na folha 17 do dendezeiro, ao nono ano de idade.

Nas aplicações de doses de fosfago, obtiveram-se aumentos no teor de boro no nono e décimo primeiro anos. A equação que melhor expressou o efeito da adubação fosfatada sobre o

teor de boro foi o modelo linear ascendente (Figura 13). Essa melhoria na absorção de boro pode ser explicada pelo sinergismo entre Ca e B, também observado por Rodrigues (1993) com a aplicação de superfosfato triplo. Esses teores de boro são compatíveis com a faixa ótima desse micronutriente recomendada por Uexkull e Fairhurst (1991) que é de 15 a 25 mg kg⁻¹ de B.

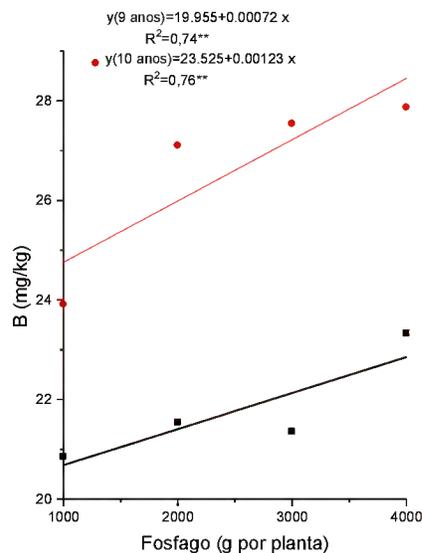


Figura 13: Efeito da adubação fosfatada sobre o teor foliar de boro, na folha 17 do dendezeiro, ao nono e décimo primeiro anos de idade.

As aplicações de doses de fosfago não produziram nenhum efeito no teor foliar de manganês, ferro, zinco e cobre. O mesmo ocorreu para o teor foliar de cloro. Taffin e Quencez (1980) mostraram que os teores de cloro nas folhas de dendezeiro encontram-se geralmente ligados aos teores de cálcio, potássio e magnésio. O sinergismo entre o cloro e o cálcio no dendezeiro, também foram constatados por Ollagnier e Ochs (1981) e por Pacheco et al. (1985).

3.5.2. EFEITO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA SOBRE O TEOR FOLIAR DE NUTRIENTES DE DENDEZEIROS

O potássio é o nutriente mais exportado pela cultura do dendezeiro, chegando a 7,0 kg de K por kg de cachos produzidos (Viégas, 1993), entretanto não alterou significativamente o teor de outros nutrientes nas folhas do dendezeiro, isto pode ser devido a dose muito baixa do

fertilizante cloreto de potássio estabelecido para esta pesquisa, e , também ao efeito de diluição na planta, em virtude de sua importância no metabolismo e produção do dendezeiro.

Portanto nesta pesquisa, a aplicação de cloreto de potássio não alterou o teor foliar de nutrientes de dendezeiros em produção. Em outros trabalhos, foram observadas alterações nos teores de boro, na folha 17 do dendezeiro, como consequência da aplicação de cloreto de potássio, Pimentel (2001). Na cultura do coqueiro, Lins (2000), nas condições edafoclimáticas do município de Moju – Pará, observou redução no teor de boro com a aplicação de cloreto de potássio. Por ser a cultura do dendezeiro exigente em potássio, a aplicação de boro nos plantios comerciais do estado do Pará vem recebendo uma atenção especial, o que de certo modo já vem acontecendo a partir dos resultados obtidos por Pimentel (2001).

3.5.3. EFEITO DA ADUBAÇÃO MAGNESIANA SOBRE O TEOR FOLIAR DE NUTRIENTES DE DENDEZEIROS

A aplicação de sulfato de magnésio não influenciou nos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes, porém promoveu aumentos nos teores de magnésio no nono e décimo anos de produção (Figura 14).

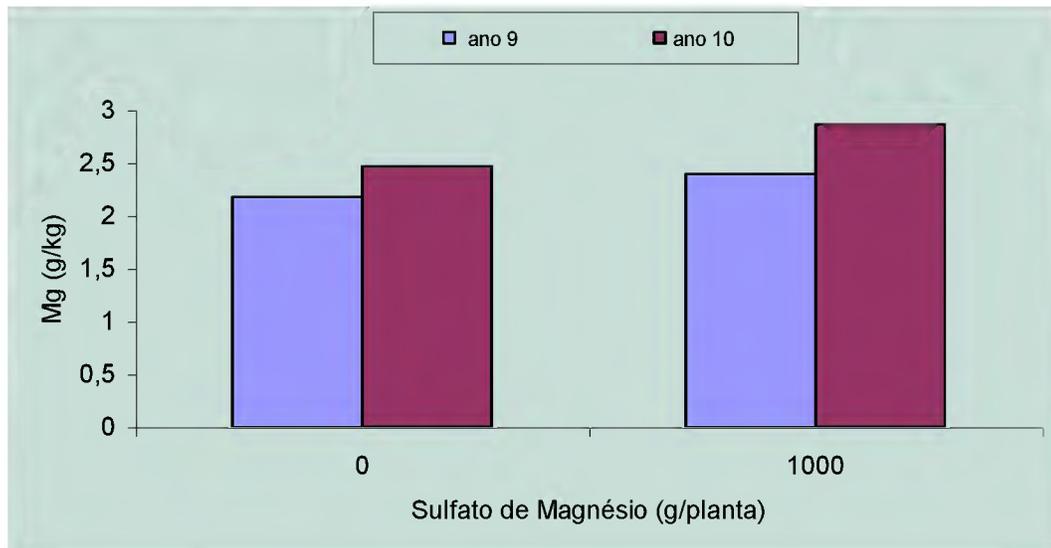


Figura 14: Efeito da adubação magnesiana sobre o teor de magnésio, na folha 17 do dendezeiro, ao nono e décimo anos de idade.

Quanto ao nutriente cálcio, a aplicação de sulfato de magnésio promoveu, no nono ano de produção, redução em seu teor e um conseqüente aumento do teor de magnésio, neste

mesmo ano, de 2,1 para 2,4 g kg⁻¹ de Mg. (Figura 15). Estes valores são inferiores aos determinados por Uexkull e Fairhurst (1991), entre 3,0 e 4,0 g kg⁻¹ de Mg, porém próximos dos valores obtidos por Viégas (1993) de 2,2 a 2,7 g kg⁻¹ de Mg com dendezeiros de 2 a 8 anos de idade e por Rodrigues (1993) que obteve teores de 2,0 a 3,6 g kg⁻¹ de Mg.

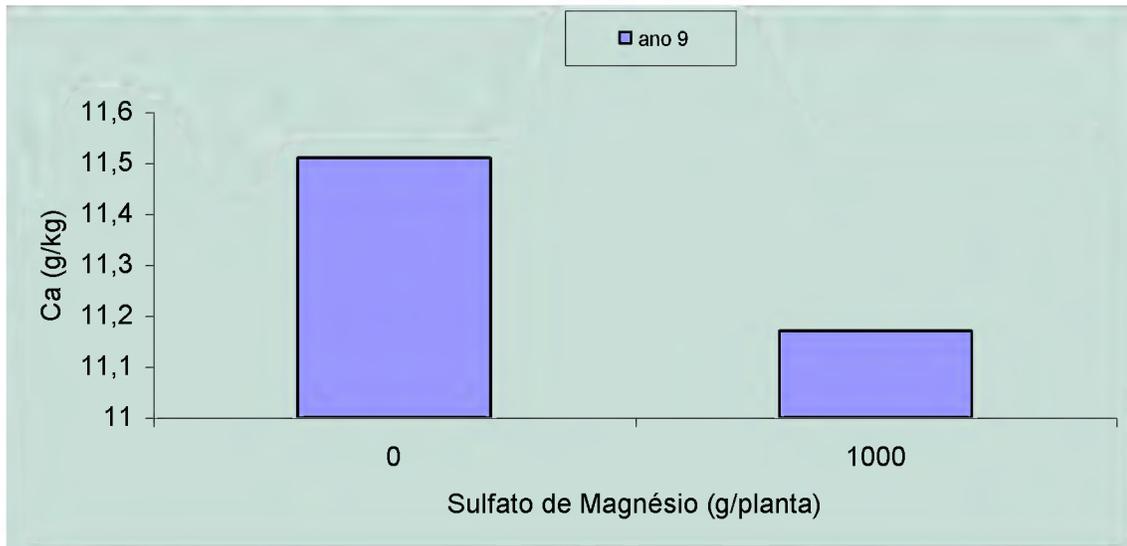


Figura 15: Efeito da adubação magnésiana sobre o teor de cálcio, na folha 17 do dendezeiro, ao nono anos de idade.

Santos (1999) obteve teores de 2,5 a 2,9 g kg⁻¹ de Mg, portanto bastante aproximado dos valores determinados no presente trabalho e Pimentel (2001) teores de 2,2 a 3,7 g kg⁻¹ de Mg.

3.6. CONCLUSÕES

A máxima eficiência técnica do teor de fósforo, de 1,42 g kg⁻¹ de P, foi obtida com a dose de 3750 g por planta de fosfago.

Doses de cloreto de potássio de até 2400 g por planta, quando aplicado com doses crescentes de fosfago, são insuficientes, para manter o nível crítico do nutriente potássio, na folha 17 do dendezeiro.

O nutriente cálcio, tem seu teor aumentado, além do nível crítico, no dendezeiro, quando aplicado em doses crescentes de fosfago.

O sulfato de magnésio, quando aplicado em doses de 1000 g por planta, reduz o teor de cálcio, na folha 17 do dendezeiro, entretanto sem afetar o nível crítico deste nutriente.

3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHY, A. Diagnostic foliaire du palmier a huile: niveaux critiques chez les arbres jeunes. **Oléagineux**, Paris, v. – 17, n° 4, p.. 253–256, 1964.
- KNECHT, J. C. X.; RAMACHANDRAM. R.; NARAYANAN, R. Variability and other features of leaf K + Ca + Mg in oil palm leaf sampling. **Oléagineux**, vol 3, pag. 99 – 105, 1977.
- LINS, P. M. P. **Resposta do coqueiro a adubação com N, P, K, Mg nas condições edafoclimáticas de Moju-Pa**. Belém-Pará, FCAP, 81 pag. Dissertação de Mestrado, 2000.
- NG, S.K. Review of oil palm nutrition and manuring scope for greater economy in fertilizer usage. **Oléagineux**, v. 2, mai. 1977.
- NG. S. K. Phosphorus nutrition and fertization of oil palm, **Oléagineux**. Paris, Vol. 41, n° 7, 1986.
- OLLAGNIER, M.; OCHS, R. Gestion de la nutrition minerale dès plantations industrielles de palmiers a huíle: Economies d'grais. **Oléagineux** vol 9 pag .418-421, 1981.
- OLLAGNIER, M.; OLIVIN, J. Effet de la nutrition sur la production. Progrés Génétique effets de la nutrition sur la qualité de l'huíle de palme. **Oléagineux**, vol 7, pag 349 – 362, 1984.
- PACHECO, A.R.; TAILLEZ B.J.; ROCHA DE SOUZA, R.L.; LIMA, E.J. Lês deficiences minérales du palmier à huíle. (*Elaeis guineensis* Jacq) dans la region de Belém – PA – Brasil, **Oléagineux** Paris, vol 40; n° 6, pag. 295 – 306. 1985.
- PACHECO, A. R.; BARNWELL, I. M.; TAILLIEZ, B. J. Des cas deficiencia en cuivre en pepinière de palmiers à huíle en Amazonie bresilienne. **Oléagineux** 1 (11): pág. 483 – 489, 1986.
- RODRIGUES, M. do R. L. **Resposta do dendezeiro (*elaeis guineensis* jacq) à aplicação de fertilizantes nas condições do médio amazonas**. Piracicaba: ESALQ, Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, 1993.
- ROGNON, F. Analise vegetable dans controle de l'alimentation dès plantes Palmier à huíle. Paris, **Technique et Documentation Lavoisier**, Pág 426 -446, 1984.

SANTOS, L. D. dos **Resposta do dendezeiro (*Elaeis guineensis*) á aplicação de PKMg nas condições edafoclimáticas de Tailândia – Pará**, FCAP Belém – Dissertação de mestrado, 1999.

PIMENTEL, M. J. O. de **Resposta do dendezeiro (*elaeis guineensis jacq*) á aplicação de n, p k e mg nas condições edafoclimaticas de tailandia – PA**. 81 pág. Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém – PA, 2000.

UEXKULL, H.R. von.; FAIRHUST, ; T. H. **Fertilizing for high yield and quality: The oil palm**. Bern: **International Potash Institute**, 1991.

VIÉGAS, 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, Tailândia – PA**. Piracicaba: ESALQ, 217 pag. Tese de Doutorado, 1993.

Tabela 6. Efeito da aplicação de sulfato de magnésio e análise de variância, sobre o número médio de cachos por planta (NMCP), peso médio de cachos por planta (PMCP) e produtividade (PROD) em t de cachos por hectare do sexto ao décimo primeiro anos de idade.

Ano	Nível	Dosag.	Variável	Variável	Variável
Produção		g/pl	NMCP	PMCP	Produção
				(kg)	(t/ha)
06	Mg ₀	0	14,25 a	121,38 a	16,39 a
	Mg ₁	1000	14,64 a	124,68 a	16,83 a
07	Mg ₀	0	15,12 a	186,41 a	25,16 a
	Mg ₁	1000	15,49 a	191,70 a	25,86 a
08	Mg ₀	0	13,40 a	173,88 a	23,48 a
	Mg ₁	1000	13,50 a	175,20 a	23,65 a
09	Mg ₀	0	11,31 a	135,23 a	18,27 a
	Mg ₁	1000	11,43 a	138,20 a	18,65 a
10	Mg ₀	0	10,97 a	141,59 a	19,11 a
	Mg ₁	1000	10,62 a	143,13 a	19,32 a
11	Mg ₀	0	9,00 a	142,75 a	19,28 a
	Mg ₁	1000	8,89 a	145,70 a	19,67 a

Tabela.7 - Efeito das adubações fosfatadas, potássicas e magnesianas no teor de nutrientes, na folha 17 de dendezeiros em produção, do oitavo ao décimo primeiro anos de idade

Nutrientes	Doses	N	P	K	Ca	Mg	S
8 anos							
P ₁	1000	26,28	1,52	9,53	8,13	2,69	2,69
P ₂	2000	27,09	1,60	9,25	8,30	2,78	2,78
P ₃	3000	27,74	1,63	8,83	8,56	2,75	2,75
P ₄	4000	21,12	1,62	8,95	8,46	3,24	3,24
Mg ₀	0	26,95	1,59	9,35	8,29	2,71	2,71
Mg ₁	1000	27,16	1,60	8,93	8,43	3,01	3,01
9 anos							
		N	P	K	Ca	Cl	B
P ₁	1000	24,74	1,39	9,93	10,43	5,20	20,85
P ₂	2000	25,31	1,47	9,50	11,21	5,33	21,54
P ₃	3000	25,67	1,51	8,91	11,61	5,50	21,35
P ₄	4000	26,04	1,54	8,96	12,09	5,63	23,33
Mg ₀	0	25,39	1,48	9,41	11,50	5,30	21,85
Mg ₁	1000	25,49	1,48	9,24	11,16	5,53	21,69
10 anos							
		N	P	K	Ca	B	
P ₁	1000	26,65	1,48	9,94	9,36	28,60	
P ₂	2000	26,93	1,59	9,25	90,93	32,30	
P ₃	3000	27,50	1,65	8,23	10,42	32,62	
P ₄	4000	27,64	1,67	8,79	10,45	30,63	
K ₀	0	27,05	1,60	8,72	10,09	32,43	
K ₁	1200	27,08	1,58	8,94	9,84	29,15	
K ₂	2400	27,40	1,61	9,51	10,19	31,53	
Mg ₀	0	27,06	1,58	9,09	10,08	30,09	
Mg ₁	1000	27,30	1,61	9,01	10,00	31,98	
11 anos							
		N	P	K	Ca	B	
P ₁	1000	26,45	1,46	9,26	8,90	23,91	
P ₂	2000	26,71	1,52	8,84	9,42	27,10	
P ₃	3000	27,15	1,57	8,49	9,68	27,54	
P ₄	4000	27,33	1,58	8,37	9,75	27,87	
Mg ₀	0	26,82	1,52	8,77	9,49	26,34	
Mg ₁	1000	27,01	1,54	8,71	9,39	26,87	

ANEXO I - ANÁLISE DE REGRESSÃO PARA AS VARIÁVEIS NÚMERO MÉDIO DE CACHOS POR PLANTA, PRODUÇÃO MÉDIA DE CACHOS POR PLANTA E PRODUTIVIDADE EM DENDEZEIROS NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PA.

NUTRIENTE	VARIÁVEL	GL	QM
SEXTO ANO DE PRODUÇÃO			
P		3	4,4506 *
K		2	1,1361
Mg		1	2,9833
P K	NMCP	6	1,0545
P Mg		3	0,4264
K Mg		2	1,0868
P K Mg		6	0,9793
P		3	855,1109 **
K		2	93,2786
Mg		1	185,5854
P K	PMCP	6	90,09719
P Mg		3	210,0864
K Mg		2	38,5477
P K Mg		6	160,5059
P		3	15585457,90 **
K		2	1699320,52
Mg		1	33383212,66
P K	PROD	6	1641716,67
P Mg		3	3828399,38
K Mg		2	702703,17
P K Mg		6	2925282,60

NUTRIENTE	VARIAVEL	GL	QM
SÉTIMO ANO DE PRODUÇÃO			
P		3	3,5250
K		2	0,3816
Mg		1	1,8285
P K	NMCP	6	0,6688
P Mg		3	0,8273
K Mg		2	0,4451
P K Mg		6	0,2431
P		3	3649,3515 **
K		2	915,3785
Mg		1	257,2864
P K	PMCP	6	211,9633
P Mg		3	327,1233
K Mg		2	314,5956
P K Mg		6	239,3986
P		3	66506549,5 **
K		2	16685976,3
Mg		1	4689098,3
P K	PROD	6	3862960,7
P Mg		3	5962281,9
K Mg		2	5733739,0
P K Mg		6	4362125,2

NUTRIENTE	VARIAVEL	GL	QM
OITAVO ANO DE PRODUÇÃO			
P		3	5,4305 **
K		2	0,6435
Mg		1	0,2091
P K	NMCP	6	0,3422
P Mg		3	1,2786
K Mg		2	0,0580
P K Mg		6	0,6610
P		3	3478,0663 **
K		2	1363,9153 **
Mg		1	9,7840
P K	PMCP	6	66,8440
P Mg		3	452,9459
K Mg		2	15,8505
P K Mg		6	249,5370
P		3	63388828,1 **
K		2	24857083,0 **
Mg		1	177540,1
P K	PROD	6	1218621,6
P Mg		3	8254512,0
K Mg		2	289317,2
P K Mg		6	45477870,5

NUTRIENTE	VARIAVEL	GL	QM
NONO ANO DE PRODUÇÃO			
P		3	5,0251 **
K		2	0,7290
Mg		1	0,1611
P K	NMCP	6	0,6030
P Mg		3	1,5968
K Mg		2	0,0601
P K Mg		6	0,5010
P		3	2206,5098 *
K		2	2168,3068
Mg		1	32,4449
P K	PMCP	6	449,8548
P Mg		3	407,6220
K Mg		2	368,1527
P K Mg		6	218,2077
P		3	40213549,6 *
K		2	39517583,0
Mg		1	592255,1
P K	PROD	6	8197556,3
P Mg		3	7429485,9
K Mg		2	6709126,9
P K Mg		6	3977450,8

NUTRIENTE	VARIÁVEL	GL	QM
DÉCIMO ANO DE PRODUÇÃO			
P		3	4,3124 **
K		2	0,2147
Mg		1	0,7669
P K	NMCP	6	0,2908
P Mg		3	0,1379
K Mg		2	0,3704
P K Mg		6	0,6461
P		3	1505,7072 **
K		2	1908,2366 **
Mg		1	51,3449
P K	PMCP	6	384,9659
P Mg		3	357,4861
K Mg		2	290,2245
P K Mg		6	52,0118
P		3	27439574,09 **
K		2	34779780,36 **
Mg		1	935835,95
P K	PROD	6	7015650,64
P Mg		3	6517613,51
K Mg		2	5290807,75
P K Mg		6	947977,12

NUTRIENTE	VARIAVEL	GL	QM
DÉCIMO PRIMEIRO ANO			
P		3	1,0671
K		2	0,6580
Mg		1	0,0984
P K	NMCP	6	0,5559
P Mg		3	0,1830
K Mg		2	0,3153
P K Mg		6	0,6675
P		3	1658,8536 **
K		2	2933,6046 **
Mg		1	65,5102
P K	PMCP	6	492,2618
P Mg		3	247,2516
K Mg		2	72,3984
P K Mg		6	434,7834
P		3	30230670,3 **
K		2	53468050,7 **
Mg		1	1194436,6
P K	PROD	6	8971691,7
P Mg		3	4504237,4
K Mg		2	1320714,4
P K Mg		6	7924891,7

ANEXO II - ANALISE DE REGRESSÃO PARA O TEOR FOLIAR DE NUTRIENTES, NA FOLHA 17, EM DENDEZEIROS, NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS, DO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA – PA.

NUT	FONTE	GL	QM
OITAVO ANO DE PRODUÇÃO			
N	P	3	4,3181
	K	2	0,4603
	Mg	1	0,4693
	P K	6	1,3886
	P Mg	3	1,2018
	K Mg	2	0,6735
	P K Mg	6	1,2358
P	P	3	0,0282 *
	K	2	0,0045
	Mg	1	0,0013
	P K	6	0,0052
	P Mg	3	0,0140
	K Mg	2	0,0053
	P K Mg	6	0,0027
K	P	3	1,1869
	K	2	1,1750
	Mg	1	1,9439
	P K	6	0,3796
	P Mg	3	0,2883
	K Mg	2	1,1263
	P K Mg	6	1,1060
Ca	P	3	0,4329
	K	2	1,0137
	Mg	1	0,2639
	P K	6	0,2917
	P Mg	3	0,2778
	K Mg	2	0,3965
	P K Mg	6	0,7711
Mg	P	3	0,7627
	K	2	0,5214
	Mg	1	0,9928
	P K	6	0,5763
	P Mg	3	0,6263
	K Mg	2	0,6616
	P K Mg	6	0,5497

NUT	FONTE	GL	QM
NONO ANO DE PRODUÇÃO			
N	P	3	3,6954 **
	K	2	0,5350
	Mg	1	0,1710
	P K	6	0,0828
	P Mg	3	0,5422
	K Mg	2	0,4694
	P K Mg	6	1,2483
P	P	3	0,0478 **
	K	2	0,0082
	Mg	1	0,0002
	P K	6	0,0004
	P Mg	3	0,0008
	K Mg	2	0,0020
	P K Mg	6	0,0024
K	P	3	2,7790 **
	K	2	1,1765 *
	Mg	1	0,2683
	P K	6	0,5300
	P Mg	3	0,6147
	K Mg	2	0,1850
	P K Mg	6	0,5927
Ca	P	3	5,8741 **
	K	2	1,8778 **
	Mg	1	1,1829 *
	P K	6	0,4049
	P Mg	3	0,2752
	K Mg	2	0,3256
	P K Mg	6	0,2380
Mg	P	3	0,0912
	K	2	0,1470 *
	Mg	1	0,5365 **
	P K	6	0,0587
	P Mg	3	0,0189
	K Mg	2	0,0611
	P K Mg	6	0,0481
S	P	3	0,0070
	K	2	0,0097
	Mg	1	0,0007
	P K	6	0,0010
	P Mg	3	0,0098
	K Mg	2	0,0006
	P K Mg	6	0,0030
Cl	P	3	0,4280
	K	2	14,8990 **
	Mg	1	1,1647 *
	P K	6	0,1172
	P Mg	3	0,1243
	K Mg	2	0,4443
	P K Mg	6	0,2963

NUT	FONTE	GL	QM
DÉCIMO ANO DE PRODUÇÃO			
N	P	3	2,6160 **
	K	2	0,5913
	Mg	1	0,7350
	P K	6	0,3745
	P Mg	3	0,6134
	K Mg	2	0,3303
	P K Mg	6	0,4623
P	P	3	0,0841 **
	K	2	0,0032
	Mg	1	0,0120
	P K	6	0,0012
	P Mg	3	0,0061
	K Mg	2	0,0004
	P K Mg	6	0,0051
K	P	3	6,2921 *
	K	2	2,6540
	Mg	1	0,0841
	P K	6	1,1265
	P Mg	3	0,8457
	K Mg	2	2,5819
	P K Mg	6	1,5060
Ca	P	3	3,1910 **
	K	2	0,5346
	Mg	1	0,0927
	P K	6	0,3817
	P Mg	3	0,2904
	K Mg	2	0,0419
	P K Mg	6	0,4288
Mg	P	3	0,5836
	K	2	3,1902 *
	Mg	1	0,0533
	P K	6	0,5646
	P Mg	3	1,4767
	K Mg	2	0,1738
	P K Mg	6	1,3473
Cl	P	3	0,8038 *
	K	2	16,5071 **
	Mg	1	0,0200
	P K	6	0,0413
	P Mg	3	0,2518
	K Mg	2	0,5466
	P K Mg	6	0,1169

B	P	3	40,9703
	K	2	45,9281
	Mg	1	42,8652
	P K	6	21,6124
	P Mg	3	9,9630
	K Mg	2	5,2800
	P K Mg	6	11,6066

NUT	FONTE	GL	QM
DÉCIMO PRIMEIRO ANO DE PRODUÇÃO			
N	P	3	1,9440 **
	K	2	0,8321
	Mg	1	0,6904
	P K	6	0,4215
	P Mg	3	0,4501
	K Mg	2	0,0791
	P K Mg	6	1,2924 *
P	P	3	0,0352 **
	K	2	0,0077
	Mg	1	0,0108
	P K	6	0,0037
	P Mg	3	0,0032
	K Mg	2	0,0016
	P K Mg	6	0,0083 *
K	P	3	1,9442 **
	K	2	7,2477 **
	Mg	1	0,0225
	P K	6	0,5796
	P Mg	3	0,0696
	K Mg	2	0,1313
	P K Mg	6	0,9889 *
Ca	P	3	1,7652 **
	K	2	0,4206
	Mg	1	0,0321
	P K	6	0,1704
	P Mg	3	0,0859
	K Mg	2	0,0160
	P K Mg	6	0,5547 *

Mg	P	3	0,885
	K	2	1,7834
	Mg	1	0,2603
	P K	6	1,4355
	P Mg	3	0,9822
	K Mg	2	1,2044
	P K Mg	6	0,8162
Cl	P	3	0,1593
	K	2	6,8907 **
	Mg	1	0,5616
	P K	6	0,1695
	P Mg	3	0,3929
	K Mg	2	0,1287
	P K Mg	6	0,0662
B	P	3	39,9902 **
	K	2	20,2323 *
	Mg	1	7,6768
	P K	6	3,8857
	P Mg	3	9,2575
	K Mg	2	2,7586
	P K Mg	6	11,7300