

RENATO PRUDENTE DE ASSIS

NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DE MUDAS DE DENDEZEIRO (*Elaeis guineensis* Jacq.) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES RELAÇÕES ENTRE K, Ca e Mg NA SOLUÇÃO NUTRITIVA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

Orientadora
Janice Guedes de Carvalho

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1995

**Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA**

Assis, Renato Prudente de

Nutrição mineral e crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva / Renato Prudente de Assis. -- Lavras : UFLA, 1996

41 p. : il.

Orientador: Janice Guedes de Carvalho.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Dendê - Nutrição mineral. 2. Potássio. 3. Cálcio. 4. Magnésio. 5. Antagonismo. 6. Nutriente. 7. Muda - Crescimento. 8. Solução nutritiva.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título

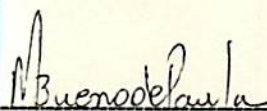
CDD-633.851

RENATO PRUDENTE DE ASSIS

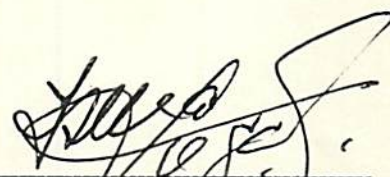
NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DE MUDAS DE DENDEZEIRO (*Elaeis guineensis* Jacq.) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES RELAÇÕES ENTRE K, Ca e Mg NA SOLUÇÃO NUTRITIVA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas para obtenção do título de "Mestre"

APROVADA EM 20 DE OUTUBRO DE 1995:



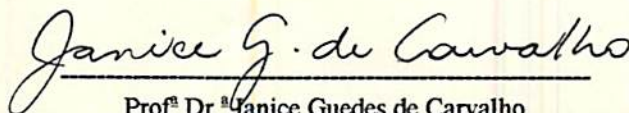
Dr.^a Miralda Bueno de Paula



Dr. Ismael de Jesus Matos Nêgas



Prof. Dr. Fabiano Ribeiro do Vale



Prof.^a Dr.^a Janice Guedes de Carvalho
(ORIENTADORA)

A DEUS, PELOS MOMENTOS
MAIS DIFÍCEIS

AOS MEUS AVÓS JOSÉ E ESTER (In memoriam)
MINHA HOMENAGEM

AOS MEUS AVÓS GERALDO E GERALDA
DEDICO

AOS MEUS PAIS VICENTE E ELZA E IRMÃOS
GUTEMBERGUE, SÉRGIO E MARCELO QUE
ACREDITARAM EM MIM QUANDO ME
DISTANCIEI DA FAMÍLIA PARA ESTUDAR
MEU CARINHO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e à Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela oportunidade de realizar o curso e pela concessão da bolsa de estudo.

À Professora Janice Guedes de Carvalho. Seria impossível mencionar tudo o que fez por mim, sempre serei grato.

À Pesquisadora Miralda Bueno de Paula, acima de tudo pela grande amizade e incentivo.

Ao Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas e Dr^a Maria do Rosário Lobato Rodrigues pelo apoio e sugestões nas diversas fases do trabalho.

Ao Professor Fabiano Ribeiro do Vale pela grande amizade e sugestões na fase final deste trabalho.

Aos Professores do Departamento de Ciência do Solo pelos ensinamentos, amizade e oportunidades oferecidas.

Aos funcionários do Departamento de Ciência do Solo, em especial ao Adalberto e José Roberto pelo apoio e amizade.

Ao meu xará e amigo Renato Campbell pela convivência diária e solidariedade durante todo o curso.

À Daniela, Cristiane, Eliane, Hedinaldo, César, Tadeu e demais colegas de curso, pela amizade e oportunidade de crescermos juntos. Que vocês sejam felizes.

À Roseli, Ana Rosa, Camilo, Ricardo e Nélio pela valiosa colaboração na condução do experimento e, sobretudo, pela amizade.

Ao amigo Enilson pelos trabalhos de datilografia e pela convivência no curso.

Aos parentes e amigos que confiaram em mim.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
RESUMO.....	vi
SUMMARY.....	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A planta	3
2.2 Potássio, cálcio e magnésio nas plantas	4
2.3 Efeitos antagônicos do K, Ca e Mg nas plantas	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Preparo das sementes e obtenção das mudas	13
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	14
3.3 Condução do experimento	15
3.4 Análise química da matéria seca	16
3.5 Análise estatística	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 Características de crescimento.....	17
4.2 Produção de matéria seca.....	18
4.3 Nutrição mineral do dendezeiro.....	19
4.3.1 Teor de nutrientes na raiz.....	19
4.3.2 Teor de nutrientes na parte aérea.....	21
4.3.3 Teor de nutrientes na folha 4.....	24
4.3.4 Relações K/Ca, K/Mg, Ca/Mg, K/(Ca + Mg) e K/Ca/Mg na parte aérea e folha 4 em função dos tratamentos e correlações com essas relações na solução nutritiva.....	27
5 CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ANEXO.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Composição da solução nutritiva para cultivo de dendezeiro (emg/l).....	14
2	Composição em micronutrientes da solução nutritiva para o cultivo do dendezeiro.....	14
3	Concentração de K, Ca e Mg nas diferentes soluções nutritivas cultivadas com dendezeiro.....	15
4	Altura, circunferência do coleto, número de folhas por planta e volume de raiz do dendezeiro avaliados no dia da aplicação dos tratamentos	17
5	Altura, circunferência do coleto, número de folhas por planta e volume de raiz do dendezeiro avaliados aos 2, 4, 6, 8 e 10 meses após a aplicação dos tratamentos.....	18
6	Produção de matéria seca da raiz, parte aérea e total e relação raiz: parte aérea do dendezeiro em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva (g/vaso)	19
7	Teores de nutrientes na matéria seca da raiz do dendezeiro em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva	20
8	Teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea do dendezeiro em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva	22
9	Coefficientes de correlação linear entre os teores de K, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea do dendezeiro e a soma dos cátions opostos na solução nutritiva.....	23
10	Teores de nutrientes na matéria seca da folha 4 do dendezeiro em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva	25
11	Coefficientes de correlação linear entre os teores de K, Ca e Mg na matéria seca da folha 4 do dendezeiro e a soma dos cátions opostos na solução nutritiva.....	26
12	Relações entre os teores de K, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea e folha 4 do dendezeiro em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	28
13	Coefficientes de correlação linear entre as relações dos teores de K, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea e folha 4 do dendezeiro e relações das concentrações desses mesmos cátions na solução nutritiva.....	28

RESUMO

ASSIS, RENATO PRUDENTE de. **Nutrição mineral e crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva.** Lavras: UFLA, 1995. 41p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

Com o objetivo de estudar o efeito de diferentes níveis de K, Ca e Mg na nutrição e crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), foi conduzido um experimento em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da UFLA. Plantas de dendê do tipo Tenera foram cultivadas em vasos plásticos de 2,7 litros na fase inicial e 7,0 litros na fase final, contendo solução nutritiva com arejamento forçado e avaliadas a cada 2 meses para altura de plantas, circunferência do coleto, número de folhas por planta e volume de raiz. Os tratamentos constaram de 7 diferentes relações entre K, Ca e Mg obtidas a partir da solução nutritiva proposta por Dufour, Quencez e Schmitt (1978) indicada para o dendezeiro e coqueiro. As relações K:Ca:Mg em emg/l foram as seguintes: T1 = 2,0:4,0:1,5; T2 = 1,5:4,0:2,0; T3 = 2,5:3,0:2,0; T4 = 2,0:3,0:2,5; T5 = 1,5:5,0:1,0; T6 = 1,0:5,0:1,5 e T7 = 0,5:5,0:2,0. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com 5 repetições, utilizando 2 plantas por vaso. A solução nutritiva foi trocada a cada 15 dias, e o nível diário da solução mantido por adição de água deionizada. Ao final de 10 meses de cultivo, coletou-se a folha 4 para diagnóstico do estado nutricional e as plantas foram cortadas e avaliadas para produção de matéria seca da raiz, parte aérea e total e determinação dos teores de nutrientes no tecido.

As concentrações de K, Ca e Mg na solução não influenciaram a altura, circunferência do coleto, número de folhas por planta, volume de raiz e produção de matéria seca da raiz, parte aérea e total e relação raiz/parte aérea das plantas cultivadas. Os teores de K na matéria seca da raiz, parte aérea e folha 4 do tratamento 7 foram bem inferiores, provavelmente devido a baixa concentração desse nutriente na solução e conseqüente interação com Ca e Mg no processo de absorção. Os teores de Ca e Mg normalmente foram maiores no tecido quando suas

Orientadora: Prof^a Janice Guedes de Carvalho; Membros da banca: Dr^o Miralda Bueno de Paula, Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas e Prof. Fabiano Ribeiro do Vale

concentrações aumentaram na solução. As relações K/Ca , K/Mg , $K/(Ca+Mg)$ e $K/Ca/Mg$ no tecido da parte aérea e folha 4 foram menores para o tratamento 7, provavelmente em função da baixa concentração de K na solução. Com exceção na relação Ca/Mg , os coeficientes de correlação entre as relações dos teores na matéria seca e concentração da solução, foram maiores na folha 4 do que na parte aérea.

SUMMARY

Mineral nutrition and growth of oil palm seedlings (*Elaeis guinnensis* Jacq.) in function of different relations K, Ca e Mg in nutritive solution.

The effects of different levels of K, Ca and Mg on nutrition and growth of oil palm seedlings (*Elaeis guinnensis* Jacq.), were evaluated under greenhouse conditions at Universidade Federal de Lavras (UFLA), in Minas Gerais State. Plants of oil palm, Tenera type were cultivated in plastic vases of 2,7 litres in initial fase, and 7,0 litres in final fase, of aereted culture solution and evaluated each 2 months to height of plants, trunk circumference, leaves per plant and root volume. The treatments had 7 different ratios K, Ca e Mg from culture solution indicated by Dufour, Quencez e Schmitt (1978), for oil palm and coconut. The ratios K:Ca:Mg in emg/l were: T1 = 2,0:4,0:1,5; T2 = 1,5:4,0:2,0; T3 = 2,5:3,0:2,0; T4 = 2,0:3,0:2,5; T5 = 1,5:5,0:1,0; T6 = 1,0:5,0:1,5 e T7 = 0,5:5,0:2,0. The experimental design used was a randomized complete block with five replications, using 2 plants per vase. The nutritive solution was changed each 15 days, and the daily level of solution kept for addition of deionized water. After 10 months of cultivation, the leave 4 was collected to nutritional diagnostic and the plants were cutted and evaluated to dry matter of root, aerial part and total, and determination of the content of nutrients in tissue.

The concentrations of K, Ca e Mg in the solution didn't influence the height, trunk circumference, leaves per plant, root volume, dry matter production of root, aerial part, total and ratio root/aerial part of the cultivated plants. The content of K in dry matter of root, aerial part and leave 4, of the 7th treatment was lower, probably due to the low concentration of this nutrient in solution and consequent interation with Ca and Mg. The concentration of Ca and Mg were higher in the tissue when their concentrations increased in solution. The ratios K/Ca, K/Mg, K/(Ca + Mg) and K/Ca/Mg in the aerial part tissue and leave 4, were lower in the 7th treatment, probably in function of the low concentration of K in solution. Except Ca/Mg, correlation coefficient beetwen relations of contents in the dry matter and concentration of solution, were higher in leave 4 than aerial part.

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes anseios da sociedade moderna nos últimos anos é a produção de alimentos em quantidades compatíveis às necessidades ditadas pelo crescimento populacional. No Brasil, como em diversos outros países, a necessidade de produção de alimentos para uma população crescente coexiste com a geração de matérias-primas para a indústria, de energia e de excedentes exportáveis.

No cenário da crise energética, o dendê surge entre as alternativas brasileiras mais viáveis para substituir o diesel, seja pelas condições climáticas favoráveis ao seu cultivo, como pelo alto rendimento de óleo por unidade de área.

No contexto mundial, o óleo de dendê ocupa o segundo lugar, em importância, no mercado de óleos vegetais. Além de ser preconizado como alternativa na substituição do óleo diesel, o óleo de dendê tem amplo uso alimentar (que consome cerca de 70% da sua produção), é usado na siderurgia, fabrico de sabões, velas, produtos farmacêuticos e cosméticos, produtos de confeitaria, etc.

No Brasil, a cultura do dendê ainda convive com um conjunto de limitações tecnológicas que precisam ser ultrapassadas para que se modifique a situação atual dos valores apresentados em termos de produtividade de óleo nos plantios comerciais.

O fato de a maioria dos dendezais estarem instalados em solos de baixa fertilidade natural e a cultura ser uma grande exportadora de nutrientes, devido a sua excelente capacidade produtiva, colocam a nutrição mineral e a adubação como um dos principais fatores a serem considerados em qualquer programa que vise altas produtividades e rentabilidade da cultura.

Estudos de adubação têm mostrado efeitos positivos no crescimento e produção do dendezeiro, dependendo do nível de fertilidade do solo. Entretanto, nos experimentos de campo não há possibilidade de isolar ou controlar certos fatores de produção como os ambientais e assim conseguir uma melhor compreensão e modelagem de um fenômeno nutricional em estudo. Estudos conduzidos

em ambiente controlado, permitem melhores condições para avaliação de causas e conseqüentemente, para estabelecimento de modelos mais precisos que posteriormente deverão ser experimentados em condições de campo, onde serão definitivamente avaliados e aprovados.

Para obter sucesso em um programa de adubação, principalmente uma maior eficiência no uso de fertilizantes, é necessário um melhor conhecimento da dinâmica dos nutrientes no solo, do equilíbrio entre estes nutrientes no solo e na planta e dos fatores que afetam este equilíbrio dentro de um complexo clima-solo-planta conhecido.

A absorção de cátions pelas plantas não é um processo específico e depende principalmente da concentração de espécies catiônicas no meio nutritivo e em muitos casos, da permeabilidade específica das membranas a uma espécie particular de cátions. Por esta razão pode ocorrer competição não específica, entre as espécies catiônicas pelas cargas negativas da célula. O potássio, que é absorvido rapidamente pela célula, quer por processo ativo, quer por difusão facilitada, compete fortemente na absorção de cátions principalmente cálcio e magnésio. Por outro lado, concentrações suficientes de cálcio na solução são necessárias para tornar máxima a absorção do potássio. Já o excesso de cálcio e, em menor escala do magnésio, determinam menor absorção de potássio.

Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo estudar diferentes concentrações de K, Ca e Mg e suas relações na nutrição mineral e crescimento do dendezeiro cultivado em solução nutritiva.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A planta

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma palmeira de origem africana, da família das Palmáceas, que se desenvolve normalmente no clima úmido das regiões tropicais.

Também conhecida como Palma Africana, é uma árvore de porte ereto geralmente não ramificada, de sistema radicular pouco profundo, de grande área foliar devido ao grande número de folhas e ao tamanho dessas folhas, de caráter perene com ciclo vital de 25 a 30 anos e com uma produção de 20 a 25 toneladas de cachos por hectare por ano.

De seus frutos podem ser extraídos dois tipos de óleo: o da polpa, chamado óleo de palma, conhecido no Brasil como azeite de dendê e o óleo de amêndoa (caroço) chamado óleo de palmito, este muito parecido na sua composição química, com óleos de babaçu e de coco. Segundo dados atuais, pode-se extrair até 22% de óleo da polpa e até 3,5% de óleo da amêndoa ou do caroço (Pandolfo, 1981).

É a oleaginosa de maior produtividade conhecida em todo o mundo, podendo fornecer de 4 a 8 toneladas de óleo/ha. Sua superioridade em rendimento é evidenciada pelo confronto com a produtividade média em óleo com outras oleaginosas. Segundo o IRHO, citado por EMBRAPA (1979), a produção média de óleo do dendê é de 5.000 kg/ha contra 3.000 kg/ha do coco, 2.000 kg/ha da oliveira, 1.200 kg/ha do amendoim e 500 kg/ha da soja.

Tanto o óleo de amêndoa como o da polpa são empregados na composição de margarinas e maioneses, na fabricação de sabões e detergentes, na laminação de chapas de aço a frio, nas indústrias de velas, biscoitos e glicerinas. A torta de palmito, subproduto da extração do azeite de amêndoas, pode ser usada na fabricação de compostos para alimentação bovina e suína e ainda, como

adubo. Os cachos vazios, as fibras da polpa e as cascas dos frutos podem ser utilizados como adubo ou como combustível nas caldeiras.

Além de proporcionar lucratividade, o cultivo do dendezeiro se insere nos critérios de desenvolvimento sustentado, devido à sua capacidade de conservação do ambiente. Pelo fato de recuperar áreas degradadas, como consequência da agricultura itinerante praticada na Amazônia, a dendeicultura atualmente implantada nessas ecorregiões, apresenta um forte caráter sócio-ambiental, contando inclusive com a ajuda de órgãos e de entidades internacionais (Viégas, 1993).

De acordo com dados da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), a produção mundial de óleo da polpa em 1992 alcançou aproximadamente 13 milhões de toneladas, destacando-se as produções da Malásia e Indonésia, que, em conjunto, produziram 76% do total. O Brasil contribuiu com apenas 0,6% (Rodrigues, 1993). A área plantada é em torno de 60 mil hectares, sendo o Pará responsável por 60% dessa área. Na Bahia a maior parte da produção baseia-se no extrativismo dos dendezais subespontâneos (Viégas, 1993).

2.2 Potássio, cálcio e magnésio nas plantas

O potássio constitui-se na espécie catiônica mais abundante no tecido vegetativo das plantas. Mengel e Kirkby (1987) afirmam que na seiva do floema, ele pode perfazer isoladamente 80% do total de cátions da planta. É absorvido na forma iônica K^+ e na planta situa-se principalmente nas zonas de crescimento, tais como folhas jovens e tecidos meristemáticos.

O K absorvido pela raiz é conduzido à parte aérea pelo xilema e também pelo floema; sua redistribuição interna pelo segundo sistema de vasos é bastante fácil; o elemento se dirige das folhas mais velhas para as mais novas, para regiões de crescimento, frutos novos; isto se deve, em parte pelo menos, ao fato de que cerca de 75% do K total da planta se encontra em forma solúvel (Malavolta, 1980). A razão pela qual o íon K 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 citoquinina tem sido admitido (Carmelo, 1989).

Para Miller, Pushnik e Reis (1986), a entrada de água nas células e nos tecidos é freqüentemente uma consequência da absorção ativa de K^+ . Nos tecidos jovens, o K é indispensável para obtenção do turgor celular ótimo, o qual é requerido para expansão da célula. A menor perda de

água, determinada em plantas bem supridas em K, é uma consequência da redução da taxa de transpiração, promovida pela ação de controle deste cátion sobre a abertura e fechamento dos estômatos. Tem sido proposto, que a energia do ATP pode ser usada para a ativação do acúmulo de K^+ e outros íons, e assim regular a perda de água.

O K participa direta ou indiretamente de inúmeros processos bioquímicos envolvidos com o metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese e a respiração. Caracteriza-se por ser ativador de um grande número de enzimas, entretanto, como o K tem baixa afinidade por ligantes orgânicos, são necessárias altas concentrações do mesmo na planta para ativação máxima das enzimas (Epstein, 1975).

Segundo Mengel e Kirkby (1987), o K está envolvido na síntese de carboidratos, proteínas e certos ácidos orgânicos; aceleração de certas ações enzimáticas; redução de nitratos que é fundamental para síntese de proteínas; elevação da atividade fotossintética em condições de baixa luminosidade; facilidade para transporte de carboidratos no interior da planta; divisão celular; regulação da absorção do nitrogênio pelas plantas e maior resistência das plantas às doenças.

A deficiência de K não resulta em sintomas visíveis de imediato. Primeiro, há apenas uma redução na taxa de crescimento (fome oculta).

Plantas deficientes em K apresentam amarelecimento das margens das folhas mais velhas, evoluindo em seguida para a coloração parda e posteriormente assumem um aspecto de queimadura, ou seja, uma coloração marrom-bronze.

No dendezeiro, os sintomas de deficiência mostram uma descoloração mais ou menos difusa dos folíolos, evoluindo para um amarelo pálido sendo mais acentuado nos bordos e diminuindo em direção à nervura central. O outro sintoma é o aparecimento de pequenas manchas amarelas a amarelo-alaranjadas de alguns milímetros no limbo dos folíolos. Estes sintomas podem também aparecer conjugados (IRHO, 1992)

O cálcio é absorvido pelas raízes como Ca^{+2} , sendo que, segundo Clarkson e Sanderson (1978), o processo de absorção só ocorre no ápice de raízes novas, onde as paredes celulares da endoderme ainda não estão suberizadas. Discute-se se a absorção se dá por um processo passivo ou através do mecanismo ativo; no caso das folhas, por exemplo, o cianeto e desacopladores da fosforilação não reduzem a quantidade absorvida. A maior parte do Ca absorvido é transportada no xilema, embora parte possa fazê-lo pelo floema, através de troca com outros cátions como Mg, Mn e Zn (Malavolta, 1980).

Segundo Malavolta (1980) e Caldwell e Haug (1992) uma das principais funções do Ca na planta é a estrutural, onde o pectato de cálcio na lamela média confere rigidez à parede celular e dificulta o aumento do tamanho da célula. Em células mais maduras o Ca pode estar na parede na forma de carbonato, oxalato, sulfato, fosfato, tartarato ou citrato. O Ca é indispensável para manter a integridade e o funcionamento normal das membranas celulares, principalmente o da plasmalema, particularmente na correção do efeito desfavorável da concentração hidrogeniônica excessiva no meio.

O Ca é também indispensável para a germinação do grão de pólen e para o crescimento do tubo polínico; atua como cofator de enzimas, ativando-as diretamente, ou então, ligando-se à proteína calmodulina e tornando-a um ativador de enzimas (Malavolta, 1980 e Mengel e Kirkby, 1987). Segundo Epstein (1975) o Ca é essencial para que ocorra o processo de infecção dos pelos absorventes de raízes de leguminosas por bactérias do gênero *Rhizobium*.

A maior proporção do Ca na planta encontra-se em formas não solúveis em água, de modo que praticamente não há redistribuição em condições de deficiência. Deste modo, a falta de Ca afeta particularmente os pontos de crescimento. Malavolta (1980) cita que a deficiência de Ca afeta particularmente os pontos de crescimento da raiz, onde ocorrem núcleos poliplóides, células binucleadas, núcleos constrictos, divisões amitóticas, cessando com isso o crescimento e havendo escurecimento e morte. Na parte aérea ocorre uma diminuição no crescimento, com morte do meristema apical e posteriormente dos meristemas axilares. As folhas mais novas tornam-se deformadas e cloróticas com posterior necrose.

No dendezeiro os sintomas de deficiência iniciam pelo aparecimento de uma folha curta, estreita e rígida com nervuras proeminentes. Em folhas mais velhas, que são normalmente de forma bipinulada, uma metade da lâmina foliar é geralmente mais estreita que a outra, com fenda apical e necrose terminal. Em folhas emergentes, ocorre uma progressiva redução da área foliar que pode atingir 90% do total da folha. A necrose terminal torna-se mais severa, e as folhas novas compreendem simplesmente a parte basal do pecíolo. Folhas intermediárias são truncadas, espatuladas e com forma de "rabo de chicote" (Bull, 1958).

O magnésio é absorvido na forma iônica Mg^{+2} e move para cima na corrente transpiratória. Ao contrário do que se dá com o Ca e de modo semelhante ao que ocorre com o K, o Mg^{+2} é móvel no floema, podendo ser translocado das folhas mais velhas para as mais novas ou para as flores e frutos.

No tecido da planta uma alta proporção do Mg total, geralmente da ordem de 70%, é difusível e está associado com ânions minerais e orgânicos (malatos e citratos). Ânions não difusíveis, como oxalato e pectato também podem estar associados ao Mg (Malavolta, 1980 e Mengel e Kirkby, 1987).

Dentre as funções na vida da planta, o Mg é um importante constituinte das clorofilas, representando 2,7% do seu peso molecular, o que corresponde a cerca de 10% do teor total de Mg na folha. O Mg ativa mais enzimas do que qualquer outro elemento. Um papel principal do elemento é o de ser cofator de quase todas as enzimas fosforilativas. O Mg também desempenha um papel muito importante na absorção de fósforo (Malavolta, 1980).

A deficiência de Mg ocasiona amarelecimento ou clorose internerval de folhas mais velhas, como consequência de alterações morfológicas da estrutura interna dos cloroplastos. Em casos de deficiência mais severa, aparecem lesões necróticas escuras entre as nervuras, o limbo foliar torna-se rígido e quebradiço e geralmente ocorre senescência precoce. Plantas deficientes em Mg normalmente apresentam atraso na fase reprodutiva (Mengel e Kirkby, 1987).

No dendezeiro, a deficiência de Mg é normalmente denominada "copa laranja". Os sintomas aparecem como áreas verde oliva ou de coloração amarelo pardacento na ponta de alguns folíolos que se expandem. A descoloração começa como uma pequena mancha estreita ou faixa estreita entre duas nervuras adjacentes. A cor amarela se expande ao longo dos folíolos em direção à base com a coloração mudando para amarelo vivo e finalmente alaranjado intenso. Folíolos não expostos ao sol não apresentam clorose (IRHO, 1969 e NG, 1972)

2.3 Efeitos antagônicos do K, Ca e Mg nas plantas

A eficiência das plantas em obter quantidades suficientes de um íon nutriente para o seu pleno desenvolvimento não depende somente da concentração deste elemento, em forma disponível no meio nutritivo, mas também de fatores ambientais e fisiológicos da planta que afetam sua absorção (Carmelo, 1989).

Revisando trabalhos pertinentes ao potencial das plantas em se nutrirem com certas espécies catiônicas, Foy e Barker (1958) observaram que as diferenças existentes entre espécies, variedades ou mesmo linhagens de plantas melhoradas, são atribuídas generalizadamente, às

propriedades químicas e fisiológicas das raízes. Neste sentido, Drake, Vengris e Colby (1951) relatam que a capacidade de troca de cátions das raízes é um parâmetro importante para a determinação da absorção relativa de espécies catiônicas. Entretanto, para Foy e Barker (1958), a capacidade de troca de cátions total das raízes não explica as diferenças nos teores dos nutrientes acumulados, e apresentam evidências de que a seletividade na absorção de espécies catiônicas exibida pelas plantas é determinada pela natureza do protoplasma das células.

De acordo com esta última teoria, o protoplasma contém vários tipos e quantidades de compostos orgânicos, chamados carregadores, os quais têm afinidades específicas com as diferentes espécies de cátions ou grupos catiônicos. Pela combinação com estes carregadores, as diversas espécies de cátions são, presumivelmente, transportadas dos sítios de troca para o estado de acumulação ativa no interior do protoplasma e/ou vacúolos das células (Carmelo, 1989).

Segundo Fageria (1973), os carregadores dos cátions Ca, Mg e K possuem a mesma afinidade, ou então, uma afinidade muito semelhante. Deste modo, estes nutrientes competem entre si pelos sítios de ligação dos carregadores, estabelecendo uma inibição competitiva na absorção pelas raízes, definido por Mengel e Kirkby (1987) como competição entre íons do tipo antagonismo de cátions.

Para Pierre e Bower (1943), Mengel e Kirkby (1987) e Carmelo (1989) a explicação dada em termos de competição pelo mesmo sítio do carregador é de difícil compreensão, uma vez que existem diferenças de tamanho e estrutura destes íons. Porém, não há dúvidas de que existe uma forte interação entre estas três espécies de cátions no processo de absorção desenvolvido pelas plantas.

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

Já Kahn e Hanson (1957) relatam que por um lado o Ca aumenta a afinidade entre o íon K^+ e o respectivo carregador, mas que, em uma segunda reação, independente da primeira, o Ca tem um efeito de diminuir a velocidade de transporte do complexo K-carregador na plasmalema. Em

experimento em solução nutritiva, concluíram que em raízes de milho há uma tendência em predominar o efeito sinérgico do Ca sobre a absorção de K, e, em raízes de soja, predomina a segunda reação.

O movimento de íons na plasmalema está sujeito ainda a uma força motriz de prótons gerada pelo bombeamento de H^+ para fora da célula. O processo baseia-se na ativação da enzima ATPase presente na membrana plasmática, por dois íons H^+ no citoplasma. A ATPase ativada induz a hidrólise do ATP e sofre desprotonação no lado externo da membrana, criando assim um potencial eletroquímico com o lado interno mais negativamente carregado e com pH 7,0 do que o lado externo com pH 5,5 (Cheeseman e Hanson, 1979 e Mengel e Kirkby, 1987)

Os equivalentes aniônicos produzidos pelas células, atraindo cátions não específicos, são neutralizados primeiramente pelas espécies de cátions mais rapidamente absorvidos, o que reduz a atração eletrostática para outros cátions. No entanto, a taxa de absorção depende da concentração das espécies individuais de cátions no meio nutritivo e também do mecanismo de absorção (Mengel e Kirkby, 1987).

Carmelo (1989) afirma que o K, que é absorvido ativamente, ou pelo menos pode entrar na célula pelo processo de difusão facilitada, sendo favorecido em comparação com outras espécies de cátions. Segundo Mengel e Kirkby (1987), esta é a razão pela qual o íon K^+ compete tão fortemente na absorção de cátions. Deste modo, a maior absorção de outras espécies de cátions, de um meio desprovido de K é devida à falta da competição promovida pelo K^+ . Por outro lado, Vale, Volk Jackson (1988), estudando a interação entre K e NH_4^+ em raiz de milho, observaram que a presença de NH_4^+ eliminou a segunda fase do influxo de K, enquanto que a presença de K decresceu a concentração da segunda fase de início do influxo do NH_4^+ , porém não diminuiu a taxa de absorção.

Loué (1963) determinou que a absorção de K^+ pela cultura do milho depende diretamente de sua concentração e, indiretamente, das concentrações de Ca^{+2} e de Mg^{+2} , ou seja, a quantidade de K^+ disponível para a planta é uma função do quociente da atividade do K^+ pela raiz quadrada da soma das atividades dos cátions Ca^{+2} e Mg^{+2} , o que quer dizer que quando esta relação é muito baixa no substrato, em geral ocorre menor absorção do K e maior absorção de Ca e Mg.

Omar e Kobbia (1966) verificaram que a concentração de K em plantas de alfafa não foi afetada por altos teores de Mg no substrato, devido a maior habilidade das raízes de alfafa em absorver o K seletivamente.

Estudando a relação Ca:Mg no meio nutritivo na cultura do milho Key, Kurtiz e Tucker (1962), encontraram que os rendimentos da cultura não são afetados por qualquer relação destes cátions na faixa de variação entre 50:1 e 1:1, e nem pela CTC do meio, desde que estas espécies catiônicas estejam presentes em quantidades adequadas para as exigências das plantas. Entretanto, quando a concentração de Mg excede à de Ca, isto é, quando a relação passa a ser menor que um, os rendimentos caem bruscamente e as plantas exibem nítidos sintomas de deficiência de cálcio.

Também Rosolém, Machado e Brinholii (1984), trabalhando com sorgo sacarino, não encontraram influência desta relação catiônica (Ca:Mg) maior que um sobre a produção de matéria seca, mas concluíram que as relações Ca:Mg e Mg:K quando menores que 7,4 e 0,60, respectivamente, deprimiram a produtividade, em função das menores absorções de Ca e Mg e que a aplicação de K no solo diminuiu significativamente os teores de Ca e Mg nas folhas.

Câmara, Carvalho e Assis (1993), estudando o efeito da relação Ca:Mg no desenvolvimento de mudas de urucum verificaram que para todos os parâmetros vegetativos estudados os maiores valores foram obtidos para a relação Ca:Mg 1:1 e que os teores foliares de K diminuam à medida que se aumentava o teor de Mg no substrato.

Carmelo (1989) estudando a saturação por bases e relações entre K, Ca e Mg do solo na nutrição do milho, verificou que a produção de matéria seca foi afetada de forma negativa pelo aumento da relação Ca:Mg do substrato e também que a concentração de K decresceu linearmente em função da relação Ca:Mg. Do mesmo modo, as relações K/Ca, K/(Ca + Mg) e K/Ca/Mg na matéria seca diminuíram com o aumento da relação Ca:Mg no solo.

Em experimento com trigo forrageiro em solução nutritiva, Ohno e Grunes (1985) encontraram que o nível de K na solução não afetou a taxa de influxo de Mg nas raízes. Segundo estes autores, isto implica que o mecanismo da interação antagônica Mg:K é baseado na restrição da translocação do Mg das raízes para a parte aérea, e não na competição por carregadores. Já os teores de Ca na parte aérea foram marcadamente afetados pelos níveis de Mg, mas não foram influenciados pelos níveis de K na solução.

Devido à complexa interação entre Ca, Mg e K, muitos estudos têm sido realizados na tentativa de se obter um balanço ideal desses cátions permitindo um melhor desenvolvimento da cultura e o uso mais eficiente dos adubos aplicados.

Para Lopes e Guidolin (1989) o balanço ideal para percentagem de saturação de cátions da CTC a pH 7,0 deveria ser: Ca (60-70%), Mg (10-20%), K (2-5%), H⁺ (10-15%) e outros (2-4%). Do trabalho de Bear e Toth citado por Kurihara (1991) pode-se inferir que os cátions devem guardar entre si proporções de 15:1, 13:1, 2:1 e 6,5:1 para (Ca + Mg):K, Ca:K, Mg:K e Ca:Mg, respectivamente, para manter o equilíbrio do complexo de troca.

Büll (1986) em experimento com capim colômbio isolado e consorciado com soja perene, verificou aumentos na produção de matéria seca da forrageira proporcionais aos aumentos das relações K:(Ca + Mg) testadas (1:65, 1:50, 1:35, 1:20, 1:12,5 e 1:7,5). Para o cultivo de soja perene isolado, o mesmo autor sugere que a relação apropriada esteja em torno de 1:25 a 1:20. Para gramíneas, quanto maior o valor desta relação, maior será o desenvolvimento da cultura estudada. Este autor verificou ainda que, à medida que se aumentava o nível de K disponível no solo, diminuía a absorção de Ca + Mg como consequência do aumento na absorção de K. As relações K/(Ca + Mg) na matéria seca das culturas aumentaram proporcionalmente aos aumentos dessas relações no solo.

Em ampla revisão das relações $K^+/(Ca^{+2} + Mg^{+2})^{1/2}$ e $K^+ / (Ca^{+2} + Mg^{+2})$ no solo e as respostas a adubação potássica, Castro e Meneghelli (1989) encontraram um índice 0,2 para a relação $K:(Ca + Mg)^{1/2}$ como sendo o limite superior a partir do qual nenhuma resposta ao K pode ser esperada. Para estes mesmos autores o índice 0,13 para esta relação, marca o limite a partir do qual as adubações potássicas vão apresentando respostas progressivamente menores.

Kurihara (1991) estudando a influência do equilíbrio entre Ca, Mg e K na nutrição mineral e crescimento da soja verificou que a produção de matéria seca de folhas, caule e parte aérea foi reduzida com aumentos na relação Ca: Mg no corretivo e que as maiores produções foram obtidas com a aplicação de 150mg de K/dm³ de solo. A dose de 200mg de K/dm³ de solo proporcionou o menor crescimento da planta em praticamente todas as relações Ca:Mg, provavelmente devido a um desequilíbrio com outros cátions. O aumento das doses de K aplicadas tendeu a promover uma redução no teor de Ca nos tecidos da planta. Em condições de maior disponibilidade de Mg no solo (menor relação Ca: Mg), o K influenciou negativamente na concentração e acúmulo de Mg nos tecidos.

Ventura (1987), estudando diferentes níveis de Ca, Mg e K em solução nutritiva na nutrição e crescimento da soja verificou que as maiores concentrações de K na solução diminuíram os teores foliares de Ca e Mg. Da mesma forma, o aumento da concentração de Ca diminuiu os teores de Mg.

Viégas, Pacheco e Corrado (1987), em estudos preliminares na região de Moju (PA), visando definir doses mais adequadas de P, K e Mg para o dendezeiro, verificaram que a adição de um determinado cátion ao solo normalmente reduzia o nível foliar de outro cátion. Deste modo, a aplicação de P em doses mais elevadas, reduziu significativamente as concentrações de K nas folhas devido à presença de Ca contido no superfosfato triplo. A aplicação de cloreto de potássio reduziu os teores de Mg e a aplicação de sulfato de magnésio também reduziu os teores foliares de K.

Resultados semelhantes foram encontrados por Pacheco et al. (1985) estudando as deficiências minerais do dendezeiro e as respostas à aplicação de N, P, K e Mg na região de Belém (PA). Segundo estes autores, a aplicação de superfosfato triplo resultava no aumento do teor foliar de Ca, mas diminuía os teores de K, e a adubação potássica, apesar de resultar em aumentos de produção, diminuía os teores foliares de Ca e mais marcadamente de Mg.

Botelho et al. (1993), estudando diferentes fontes e doses de P e diferentes quantidades de K e Mg na nutrição e produção do dendezeiro no Pará, verificaram que a aplicação de cloreto de potássio diminuiu os teores de Ca e B e mais acentuadamente os teores de Mg. A esse respeito, Tinker e Zibochi (1959) e Ollagnier, Ochs e Martin (1970) sugerem que a relação Mg trocável/K trocável do solo deve ser superior a 2 para plantas adultas e a 4 para plantas novas.

Hasselo e Brzesowsky (1965a e 1965b), estudando as variações dos teores foliares de K e Mg em folhas de dendezeiro em estádios vegetativo e reprodutivo, crescendo em diferentes tipos de solo verificaram que a adição de adubos potássicos aumentava os teores de K e a relação K/Mg, mas que esses efeitos eram menores na presença de adubação com N, P e Mg; que plantas de diferentes idades e origens, cuja relação K/Mg foi aumentada, não mostraram sintomas externos de deficiência de K, porém foram mais susceptíveis à doença do "mal da copa" no estágio juvenil; que o crescimento ótimo e que a produção e sanidade do dendezeiro parecem estar restritos ao estreito limite entre deficiência e excesso de K no solo quando os níveis de Mg no solo são baixos. Segundo estes autores, valores entre 5 e 7, para a relação K/Mg nas folhas podem ser indicadas para um bom crescimento e produção da cultura.

Segundo Bachy (1963), quando há deficiência de K, a adubação potássica melhora o metabolismo geral da planta e com isso a absorção de íons, daí o aumento simultâneo dos teores foliares de K, Na e Mg. Sob fortes concentrações de K os transportadores de íons são saturados resultando em antagonismo e competição entre o K e os outros íons.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

As plantas de dendê foram cultivadas em vasos plásticos contendo solução nutritiva pintados externamente com tinta aluminizada a fim de evitar a incidência de luz no interior da solução. O arejamento dos vasos foi obtido por uma fonte de ar comprimido (compressor).

3.1 Preparo das sementes e obtenção das mudas

Foram utilizadas sementes do tipo Tenera, híbrido entre os tipos Dura e Pisifera, provenientes do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (CPAA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

As sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio 10% por 10 minutos e colocadas para germinar em germinadores isotérmicos, pelo método do calor seco num período de aproximadamente 80 dias. Após a germinação, as plantas foram selecionadas e repicadas para caixas de vermiculita previamente esterilizadas sendo irrigadas com solução de sulfato de cálcio 0,0001M.

Quando atingiram cerca de 10 cm de altura, as plantas foram transplantadas para um único recipiente plástico (bacia) contendo cerca de 25 litros de solução nutritiva diluída 5 vezes. A composição da solução nutritiva segundo Dufour, Quencez e Schmitt (1978) testada para dendezeiro e coqueiro encontra-se nas Tabelas 1 e 2.

Após 30 dias cultivo, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos contendo 1,5 litros de solução diluída a 50%, cultivando 2 plantas por vaso por mais 30 dias quando as plantas foram

novamente transplantadas para vasos plásticos contendo 2,7 litros de solução completa e cultivadas por um período de 45 dias quando então foram induzidos os tratamentos.

TABELA 1: Composição da solução nutritiva para cultivo do dendezeiro (emg/l).

Nutriente	emg/l
K ⁺	2,0
Ca ⁺²	4,0
Mg ⁺²	1,5
Na ⁺	1,33
NH ₄ ⁺	2,0
NO ₃ ⁻	8,0
H ₂ PO ₄	1,33
SO ₄ ⁻²	1,0
Cl ⁻	0,5

FONTE: Dufour, Quencez e Schmitti (1978).

TABELA 2: Composição em micronutrientes da solução nutritiva para cultivo do dendezeiro.

Reagente	Nutriente (mg/l)	Sal (g/l)
Fe EDTA	3,00	23,076
MnSO ₄ .H ₂ O	0,35	1,077
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,05	0,196
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,05	0,220
H ₂ BO ₃	0,20	0,144
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₇ .4H ₂ O	0,02	0,037

FONTE: Dufour, Quencez e Schmitt (1978).

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi instalado em Delineamento com Blocos Casualizados com 7 tratamentos e 5 repetições, totalizando 35 parcelas.

Os tratamentos constituíram de 7 relações entre K, Ca e Mg, sendo o tratamento 1 a relação da solução proposta por Dufour, Quencez e Schmitt (1978) como mostrado na Tabela 3. Os demais nutrientes foram mantidos em níveis iguais ao da solução do tratamento 1, e o balanço iônico mantido em todas as soluções.

TABELA 3: Concentração de K, Ca e Mg nas diferentes soluções nutritivas cultivadas com dendezeiro.

Tratamentos	Relação K:Ca:Mg (emg/l)
1	2,0 : 4,0 : 1,5 :
2	1,5 : 4,0 : 2,0
3	2,5 : 3,0 : 2,0
4	2,0 : 3,0 : 2,5
5	1,5 : 5,0 : 1,0
6	1,0 : 5,0 : 1,5
7	0,5 : 5,0 : 2,0

A unidade experimental foi composta por vasos com volume de 2,7 litros nos primeiros 150 dias de cultivo e de 7,0 litros nos 150 dias finais, sendo cultivadas duas plantas por vaso.

3.3 Condução do experimento

Antes da aplicação dos tratamentos foi feita uma seleção das plantas, baseada na altura, número de folhas por planta, circunferência do coleto e volume de raiz, com a finalidade de se conseguir uma melhor homogeneidade dos tratamentos dentro dos blocos.

As soluções nutritivas foram trocadas a cada 15 dias, e o nível diário da solução mantido por adição de água deionizada.

A cada dois meses foi feita uma avaliação do crescimento das plantas através da altura média da planta, circunferência média do coleto, número médio de folhas e o volume de raízes.

Ao final de 300 dias de cultivo as plantas foram cortadas e separadas em raiz e parte aérea, lavadas em água destilada e colocadas para secar em estufa (65-70°C) com circulação de ar forçada. Após atingir peso constante, foi determinado o peso seco, e o material foi moído em moinhos tipo Willey e encaminhado para análise química da matéria seca. Também foi avaliado o teor de nutrientes da folha diagnóstico (folha 4) conforme indicação de Ochs e Olivin (1977).

3.4 Análise química da matéria seca

As determinações de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea, raiz e folha 4 foram feitas segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1989); os extratos da matéria seca foram obtidos por digestão nitroperclórica, exceto para B, cuja digestão foi feita por via seca. P e B foram determinados por colorimetria; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; K por fotometria de chama e S por turbidimetria. Os teores de N foram determinados pelo método semi-micro Kjeldahl.

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey. Foram feitos também estudos de correlação linear entre os teores e relações de K, Ca e Mg na matéria seca e as concentrações na solução nutritiva.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características de crescimento

A análise de variância dos dados obtidos para as características de crescimento na data da aplicação dos tratamentos (Tabela 4 e 1A), mostra a homogeneidade das plantas selecionadas e a significância da distribuição dos tratamentos em blocos.

Aos dois e quatro meses após a aplicação, a altura de plantas não foi afetada pelos tratamentos (Tabela 5). Aos seis meses, o tratamento 3 foi inferior ao tratamento 4, não havendo diferença aos oito e dez meses.

Para a circunferência do coleto, número de folhas e volume de raiz não houve efeito dos tratamentos em nenhuma época de avaliação (Tabela 5).

A análise de todas as características de crescimento no final do experimento, ou seja, aos dez meses, mostra como tendência, maiores valores para os tratamentos 4 e 5.

TABELA 4: Altura, circunferência do coleto, número de folhas por planta e volume de raiz do dendezeiro avaliados no dia da aplicação dos tratamentos.

Tratamentos (K:Ca:Mg)	Altura (cm)	Circ. do coleto (mm)	Nº de folhas	Volume de raiz (cm ³)
T1 (2,0:4,0:1,5)	41,20a	43,28a	8,00a	39,60a
T2 (1,5:4,0:2,0)	38,50a	40,93a	8,30a	38,40a
T3 (2,5:3,0:2,0)	41,40a	43,39a	8,50a	44,40a
T4 (2,0:3,0:2,5)	41,20a	41,11a	8,00a	42,20a
T5 (1,5:5,0:1,0)	41,00a	44,60a	8,60a	48,80a
T6 (1,0:5,0:1,5)	42,80a	43,08a	8,40a	43,20a
T7 (0,5:5,0:2,0)	41,30a	39,72a	8,00a	41,20a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%

TABELA 5: Altura, circunferência do coleto, número de folhas por planta e volume de raiz do dendezeiro avaliados aos 2, 4, 6, 8 e 10 meses após a aplicação dos tratamentos.

Tratamentos (K:Ca:Mg)	Avaliação				
	2 meses	4 meses	6 meses	8 meses	10 meses
Altura (cm)					
T1 (2,0:4,0:1,5)	45,15a	51,10a	67,50ab	88,60a	98,90a
T2 (1,5:4,0:2,0)	40,65a	43,10a	60,40ab	75,00a	89,10a
T3 (2,5:3,0:2,0)	43,25a	46,50a	57,50 b	76,00a	90,00a
T4 (2,0:3,0:2,5)	45,85a	51,10a	76,80a	96,20a	114,30a
T5 (1,5:5,0:1,0)	43,45a	51,00a	72,30ab	94,80a	109,60a
T6 (1,0:5,0:1,5)	45,05a	49,70a	65,20ab	74,80a	93,20a
T7 (0,5:5,0:2,0)	44,35a	48,15a	64,20ab	83,00a	92,80a
Circunferência do coleto (mm)					
T1 (2,0:4,0:1,5)	57,92a	71,05a	96,91a	115,42a	34,21a
T2 (1,5:4,0:2,0)	57,29a	72,73a	86,77a	102,49a	124,47a
T3 (2,5:3,0:2,0)	59,88a	72,48a	88,07a	101,46a	123,37a
T4 (2,0:3,0:2,5)	61,16a	71,05a	90,36a	138,53a	158,08a
T5 (1,5:5,0:1,0)	63,24a	73,39a	100,87a	129,07a	151,64a
T6 (1,0:5,0:1,5)	61,87a	74,92a	96,94a	114,52a	134,74a
T7 (0,5:5,0:2,0)	54,81a	69,29a	101,29a	115,02a	138,59a
Número de folhas					
T1 (2,0:4,0:1,5)	9,90a	10,70a	12,50a	13,30a	13,80a
T2 (1,5:4,0:2,0)	9,00a	9,70a	11,50a	12,70a	13,30a
T3 (2,5:3,0:2,0)	9,70a	9,90a	10,60a	11,80a	12,70a
T4 (2,0:3,0:2,5)	10,00a	10,50a	12,70a	14,70a	14,90a
T5 (1,5:5,0:1,0)	9,70a	10,80a	11,70a	13,20a	14,40a
T6 (1,0:5,0:1,5)	10,00a	10,30a	11,20a	12,00a	12,90a
T7 (0,5:5,0:2,0)	9,80a	10,50a	11,50a	13,30a	13,80a
Volume de raiz (cm ³)					
T1 (2,0:4,0:1,5)	61,20a	96,40-	254,20a	412,00a	480,00a
T2 (1,5:4,0:2,0)	60,00a	84,40a	201,00a	317,60a	396,80a
T3 (2,5:3,0:2,0)	62,40a	90,40	211,40a	327,20a	378,40a
T4 (2,0:3,0:2,5)	67,20a	101,60	286,80a	462,40a	582,40a
T5 (1,5:5,0:1,0)	67,20a	95,60	276,60a	459,20a	537,60a
T6 (1,0:5,0:1,5)	63,60a	85,20	206,20a	333,60a	409,60a
T7 (0,5:5,0:2,0)	64,80a	93,60	234,80a	377,60a	454,40a

Média seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

4.2 Produção de matéria seca

Os dados de produção de matéria seca da raiz, parte aérea, total e relação raiz/parte aérea para as diferentes relações ente K, Ca e Mg encontram-se na Tabela 6. Novamente a análise de variância mostra que não houve efeito dos tratamentos para nenhum dos parâmetros avaliados.

TABELA 6: Produção de matéria seca da raiz, parte aérea e total e relação raiz/parte aérea do dendezeiro em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva (g/vaso)

Tratamentos (K:Ca:Mg)	Raiz	Parte aérea	Total	Raiz/parte aérea
T1 (2,0:4,0:1,5)	42,60a	260,77a	314,72a	0,18a
T2 (1,5:4,0:2,0)	36,76a	176,26a	221,42a	0,23a
T3 (2,5:3,0:2,0)	34,39a	168,77a	210,57a	0,21a
T4 (2,0:3,0:2,5)	51,96a	334,23a	400,86a	0,16a
T5 (1,5:5,0:1,0)	46,55a	256,83a	316,48a	0,19a
T6 (1,0:5,0:1,5)	31,19a	231,35a	275,98a	0,18a
T7 (0,5:5,0:2,0)	40,16a	231,71a	282,59a	0,18a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%

Ventura (1987) estudando três níveis de K, Ca e Mg em solução nutritiva e seus efeitos na nutrição e crescimento da soja, também não encontrou nenhuma diferença para a altura de plantas e produção de matéria seca.

Mesmo não havendo diferença significativa entre os tratamentos, a observação dos dados das Tabelas 5 e 6, mostra como tendência, maiores valores para os tratamentos 4 e 5 com uma pequena diferença para o tratamento 1 que é a relação entre K, Ca e Mg da solução proposta por Dufour, Quencez e Schmit (1978).

4.3 Nutrição mineral do dendezeiro

4.3.1 Teor de nutrientes na raiz

Os teores médios de nutrientes obtidos na matéria seca da raiz estão apresentados na Tabela 7.

O teor de N foi afetado pela relação entre K, Ca e Mg na solução, sendo o tratamento 5 menor que o tratamento 1. Da mesma forma, o P foi influenciado pela relação sendo os teores do tratamento 4 inferiores ao tratamento 7.

Os teores de K foram afetados de forma marcante pelas relações da solução. O menor teor encontrado no tratamento 7 pode ser explicado pela menor concentração desse

elemento na solução nutritiva (0,5mg K/l). A baixa concentração de K na solução explica também os baixos teores encontrados para os tratamentos 5 e 6 com concentração de 1,5 e 1,0mg K/l, respectivamente. Os teores de Ca, de forma contrária, ajudam a explicar o comportamento do K. Verifica-se que os maiores valores de Ca foram obtidos na mesma seqüência dos tratamentos que apresentaram os menores valores de K. Os tratamentos 5, 6 e 7 são também os que apresentam maiores concentrações de Ca na solução (5,0mg Ca/l). Os menores teores de Ca na matéria seca da raiz foram observados nos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 6.

Os teores de Mg também foram afetados pelas relações da solução nutritiva. Pela Tabela 7, o maior valor foi conseguido no tratamento 7.

Maiores discussões sobre a interação entre K, Ca e Mg serão mostradas nos itens posteriores.

TABELA 7: Teores de nutrientes na matéria seca da raiz do dendezeiro em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva

Tratamentos (K:Ca:Mg)	Macronutrientes (g/Kg)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
T1 (2,0:4,0:1,5)	26,36a	3,80ab	18,64ab	2,60abc	1,50 b	4,72a
T2 (1,5:4,0:2,0)	21,12ab	4,60ab	17,62ab	2,24 bc	1,46 b	4,62a
T3 (2,5:3,0:2,0)	23,60ab	4,28ab	20,42a	2,12 c	1,14 b	4,60a
T4 (2,0:3,0:2,5)	21,72ab	3,44 b	16,62ab	2,78abc	1,98ab	4,82a
T5 (1,5:5,0:1,0)	20,30 b	4,02ab	13,82 b	3,20ab	1,38 b	4,68a
T6 (1,0:5,0:1,5)	23,96ab	4,18ab	14,68 b	2,94abc	1,60 b	4,60a
T7 (0,5:5,0:2,0)	25,36ab	4,74a	7,50 c	3,42a	2,48a	4,80a
	Micronutrientes (mg/kg)					
	B	Cu	Mn	Zn	Fe	
T1 (2,0:4,0:1,5)	10,41a	19,89a	80,28a	72,16a	348,30a	
T2 (1,5:4,0:2,0)	8,32ab	10,10a	52,10a	62,39a	342,03a	
T3 (2,5:3,0:2,0)	6,99ab	18,03a	59,09a	62,79a	263,57a	
T4 (2,0:3,0:2,5)	7,95ab	15,36a	58,59a	70,51a	296,78a	
T5 (1,5:5,0:1,0)	7,79ab	21,74a	66,93a	79,70a	315,73a	
T6 (1,0:5,0:1,5)	5,70 b	22,41a	68,47a	65,96a	318,89a	
T7 (0,5:5,0:2,0)	6,02 b	21,86a	71,52a	69,15a	285,32a	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

Os teores de S, Cu, Mn, Zn e Fe na matéria seca da raiz não foram afetados pelas relações na solução. Os teores de B foram superiores para os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5. Interações de B com outros nutrientes têm sido estudadas. Segundo Jones e Scarseth (1944), Gupta (1972) e Wolf, Eck e Campbell e Tanaka citados por Ferreira (1992), os teores de B no tecido diminuem com o aumento da concentração de Ca na solução podendo inclusive diminuir a toxidez de B em várias situações. Reeve e Shive (1944) salientam que este efeito é verificado também para o K, porém com a diferença de que este aumenta a toxidez quando o B está em níveis elevados na solução. Por outro lado, Grassi Filho (1991) estudando diferentes concentrações de Ca e B na solução nutritiva e seus efeitos na nutrição do limoeiro cravo, verificou que o aumento de Ca na solução correspondia a um aumento do teor de B na raiz.

4.3.2 Teor de nutrientes na parte aérea

Na Tabela 8, são apresentados os teores médios dos nutrientes analisados na matéria seca da parte aérea.

Os teores de N, S, Mn, Zn e Fe não foram afetados pelas relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva. O teor de P foi influenciado, apresentando maiores valores para os tratamentos 1, 2, 3, 5 e 6. Uma possível explicação para a baixa concentração foliar do tratamento 4 seria um efeito de diluição do P, uma vez que este tratamento foi o que apresentou maior produção de matéria seca da parte aérea (Tabela 6). Outra explicação seria o sinergismo existente entre a absorção de P e Mg. O Mg atua como ativador de ATPase de membrana, enzima envolvida no processo de absorção iônica. Portanto plantas que apresentam baixos teores de Mg apresentam também baixos teores de P. Se olharmos os dados das tabelas , 8 e 10, verificamos que há uma concordância entre os maiores teores de P e os maiores teores de Mg. A função do Mg como "carregador" de P tem sido citada por vários autores: Lourenço (1967), Brédas e Chaillard (1967), Emmert (1982) e Carvalho (1987). Uma explicação baseada na interação de P com K é pouco provável. Em uma revisão sobre a interação entre P e K, Duke e Collins (1985), encontraram trabalhos que demonstram a inexistência da interação, ou simplesmente uma interação baseada apenas no balanço de absorção de cátions e ânions. Há evidências de uma interação baseada na ativação pelo K de um sítio de absorção específico para o P na plasmalema. Deste

modo, a deficiência de K induz a um decréscimo na absorção de P. Para Loué (1979), essa situação é mais marcante em solos com baixo suprimento destes nutrientes.

TABELA 8: Teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea do dendezeiro em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva

Tratamentos (K:Ca:Mg)	Macronutrientes (g/Kg)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
T1 (2,0:4,0:1,5)	16,60a	3,60ab	12,50abc	3,48a	2,02 c	2,36a
T2 (1,5:4,0:2,0)	20,40a	5,26ab	15,72ab	2,92ab	2,80 b	2,32a
T3 (2,5:3,0:2,0)	21,46a	5,08ab	15,30ab	2,20 b	2,44 bc	2,66a
T4 (2,0:3,0:2,5)	19,04a	3,44 b	8,90 cd	2,30 b	2,60 bc	2,60a
T5 (1,5:5,0:1,0)	19,30a	4,20ab	10,28 bcd	3,54a	2,08 c	2,46a
T6 (1,0:5,0:1,5)	21,06a	4,74ab	15,96a	3,48a	2,46 bc	2,40a
T7 (0,5:5,0:2,0)	22,48a	5,38a	6,18 d	3,72a	3,58a	2,66a
	Micronutrientes (mg/kg)					
	B	Cu	Mn	Zn	Fe	
T1 (2,0:4,0:1,5)	10,90 bc	5,44ab	54,64a	19,58a	56,99a	
T2 (1,5:4,0:2,0)	15,72a	5,89a	61,17a	18,79a	51,10a	
T3 (2,5:3,0:2,0)	13,45ab	5,52ab	59,48a	16,84a	47,69a	
T4 (2,0:3,0:2,5)	8,58 c	4,14 b	52,24a	15,70a	48,05a	
T5 (1,5:5,0:1,0)	12,93ab	5,72ab	57,84a	20,32a	47,37a	
T6 (1,0:5,0:1,5)	11,30 bc	5,72ab	58,09a	19,43a	53,43a	
T7 (0,5:5,0:2,0)	12,39abc	5,87a	60,45a	20,40a	55,04a	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

Da mesma forma que na raiz, os teores de K, Ca e Mg na parte aérea, foram afetados pelas suas diferentes concentrações na solução nutritiva. Confirmando os valores encontrados da matéria seca da raiz, os teores de K foram menores no tratamento 7. A baixa concentração de K na solução deste tratamento (0,5mg K/l) pode explicar estes valores encontrados. Outra possível explicação seria um antagonismo na absorção causada pelo desbalanço das concentrações de K e Ca + Mg na solução. Pode-se verificar pelos dados da Tabela 7 que os maiores teores de Ca e Mg foram obtidos justamente no tratamento 7 que

apresenta os menores teores de K. Os tratamentos 4 e 5 também apresentaram teores de K inferiores aos demais tratamentos. Os maiores teores de K na parte aérea foram obtidos no tratamento 6. Verifica-se pelos dados da Tabela 7, que os teores de K na raiz do tratamento 6, foi menor que vários outros tratamentos. Estes dados e o fato do tratamento 6 possuir uma menor concentração de K na solução nutritiva (1,0mg/l) permitem inferir que houve uma interação do K com Ca e Mg no processo de absorção, mas que este fenômeno não foi verificado a nível de transporte desses nutrientes para a parte aérea. Por outro lado, o íon K^+ apresenta uma grande capacidade de translocação para as partes em crescimento em condições de deficiência deste nutriente (Malavolta, 1980). Os teores de K na parte aérea não correlacionaram com as concentrações de Ca + Mg na solução nutritiva (Tabela 9).

Os teores de Ca foram inferiores para os tratamentos 2, 3 e 4, possivelmente devido às baixas concentrações desse elemento na solução nutritiva (3,0 e 4 emg Ca/l) e com isso uma possível competição com outros cátions no mecanismo de absorção. Essa hipótese é reforçada pelo valor do coeficiente de correlação linear entre o teor de Ca na matéria seca e a soma das concentrações de K e Mg na solução nutritiva (Tabela 9).

TABELA 9: Coeficientes de correlação linear entre os teores de K, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea do dendezeiro e a soma dos cátions opostos na solução nutritiva

Cátions na solução	Nutrientes na parte aérea		
	K	Ca	Mg
Ca + Mg	-0,30NS		
K + Mg		-0,72**	
K + Ca			-0,47**

** Significativo ao nível de 5% e NS Não significativo

Os maiores teores de Mg foram observados no tratamento 7, indicando que possivelmente este elemento tenha sido beneficiado na absorção pelas baixas concentrações de K na solução nutritiva. Esses resultados são reforçados pelo estudo de Kurihara (1992) que verificou que o K influenciou negativamente na concentração e acúmulo de Mg nos tecidos da soja, sendo este antagonismo mais pronunciado nas folhas e parte aérea. Resultados semelhantes foram obtidos por Rosolem, Machado e Khasa (1984) para plantas de sorgo, Mortvedt e Khasawneh (1986) para plantas de milho e Ventura (1987) para plantas de soja. Rodrigues (1993) estudando o

crescimento e produção do dendezeiro em função das adubações com N, P, K e Mg em Latossolo Amarelo nas condições de Manaus (AM), verificou que os teores foliares de K, inicialmente adequados, diminuíram gradativamente e atribuiu ao antagonismo K x Mg como um dos fatores responsáveis por este comportamento. Pacheco, Tailliez e Viégas (1987) também verificaram que adição de K em mudas de dendezeiro diminuiu os teores de foliares de Mg. Apesar do valor baixo do coeficiente, houve correlação linear entre o teor de Mg na matéria seca e a soma das concentrações de K e Ca na solução nutritiva (Tabela 9).

O fato de não se conseguir isolar os efeitos de cada cátion e interações dois a dois, torna difícil a explicação de qual nutriente influenciou mais fortemente na absorção do outro. No entanto, pode-se constatar que ocorreu interação entre os três elementos no processo de absorção, mesmo não resultando em diferença significativa no crescimento.

Os teores de B foram influenciados pelas relações catiônicas da solução nutritiva, com menores valores para o tratamento 4. Estes valores possivelmente são explicados por um efeito de diluição devido às maiores produções de matéria seca do tratamento 4 (Tabela 6). O mesmo comportamento foi verificado para o Cu, embora exista evidência da interação deste nutriente com outros cátions (Malavolta, 1980).

4.3.3 Teor de nutrientes na folha 4

Os teores de nutrientes analisados na matéria seca da folha 4 estão apresentados na Tabela 10.

Os teores de N, Cu, Mn e Zn não foram influenciados pelas relações catiônicas na solução nutritiva.

Os teores de N variaram de 25,6 a 29,9g/kg. Com base no nível crítico de 27,5g/kg proposto por Bachy citado por Ochs e Olivin (1976) para a folha 9, apenas os tratamentos 1, 2 e 3, ficaram abaixo deste valor.

Os teores de P obtidos foram similares àqueles encontrados para a parte aérea. Verifica-se que todos os valores encontrados são superiores ao nível crítico de 1,6g/kg proposto por Bachy citado por Ochs e Olivin (1976) para a folha 9.

TABELA 10: Teores de nutrientes na matéria seca da folha 4 do dendezeiro em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva

Tratamentos (K:Ca:Mg)	Macronutrientes (g/Kg)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
T1 (2,0:4,0:1,5)	26,72a	3,78ab	22,30a	6,66ab	3,16 c	2,26 b
T2 (1,5:4,0:2,0)	27,14a	5,30a	30,30a	6,78ab	5,02a	2,30 b
T3 (2,5:3,0:2,0)	25,64a	5,12ab	32,26a	5,78 b	4,84ab	2,46ab
T4 (2,0:3,0:2,5)	29,44a	2,68 b	24,04a	5,58 b	4,58abc	2,38ab
T5 (1,5:5,0:1,0)	28,10a	3,78ab	21,64ab	8,06ab	3,68 bc	2,44ab
T6 (1,0:5,0:1,5)	28,50a	3,98ab	29,56a	8,56a	4,34abc	2,64ab
T7 (0,5:5,0:2,0)	28,80a	4,04ab	9,98 b	5,50 b	4,94ab	3,00a
	Micronutrientes (mg/kg)					
	B	Cu	Mn	Zn	Fe	
T1 (2,0:4,0:1,5)	19,74a	5,05a	108,62a	17,68a	100,06ab	
T2 (1,5:4,0:2,0)	17,27ab	6,10a	111,58a	21,71a	110,82a	
T3 (2,5:3,0:2,0)	18,79ab	5,44a	131,84a	17,39a	80,65 b	
T4 (2,0:3,0:2,5)	12,80b	5,44a	102,16a	17,67a	77,79 b	
T5 (1,5:5,0:1,0)	17,21ab	5,52a	140,89a	19,04a	75,37 b	
T6 (1,0:5,0:1,5)	17,58ab	6,01a	119,04a	22,28a	92,09ab	
T7 (0,5:5,0:2,0)	17,61ab	6,32a	146,77a	23,64a	89,10ab	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

Os teores de K foram pouco influenciados pelas concentrações da solução nutritiva. O tratamento 7, provavelmente pela sua menor concentração de K na solução (0,5mg K/l) apresentou valores de K bem inferiores, cerca de três vezes menor que o tratamento 3. O tratamento 5 também apresentou valores inferiores aos demais. Da mesma forma que na parte aérea, os teores de K apresentaram baixa correlação com a soma das concentrações de Ca e Mg na solução nutritiva (Tabela 11). O teor de 9,98g/kg do tratamento 7 é inferior ao nível crítico de 12,5g/kg proposto por Bachy citado por Ochs e Olivin (1976) para a folha 9.

Comparando os teores de Ca na matéria seca da folha 4 com aqueles encontrados para a parte aérea (Tabela 8), verifica-se que os valores encontrados para a folha 4 são mais de duas vezes superiores. Com exceção do tratamento 7, as menores concentrações de Ca na solução

coincidem com os menores teores encontrados para folha 4. Verifica-se no entanto que houve baixa correlação entre os teores de Ca na folha 4 e as concentrações de K + Mg na solução nutritiva (Tabela 11). De acordo com nível crítico de 6,08g/kg proposto por Bachy citado por Ochs e Olivin (1976) para a folha 9, apenas os tratamentos 3, 4 e 7 apresentaram níveis de deficiência.

TABELA 11: Coeficientes de correlação linear entre os teores de K, Ca e Mg na matéria seca da folha 4 do dendezeiro e a soma dos cátions opostos na solução nutritiva

Cátions na solução	Nutrientes na parte aérea		
	K	Ca	Mg
Ca + Mg	-0,48**		
K + Mg		-0,45**	
K + Ca			-0,50**

** Significativo ao nível de 5%

Da mesma forma que o Ca, os teores de Mg na folha 4 foram bem superiores aos encontrados para a parte aérea (Tabela 8). Resultados semelhantes foram encontrados por Carmelo (1989) que verificou que os teores de nutrientes nos tecidos de plantas de milho foram, na maioria das vezes, menores que os da folha diagnóstico. As menores concentrações de Mg na solução nutritiva dos tratamentos 1, 5 e 6 proporcionaram os menores teores na folha 4 dos mesmos. O tratamento 4 também apresentou valores inferiores aos demais. O coeficiente de correlação linear entre os teores de Mg na folha 4 e a soma das concentrações de K e Ca na solução nutritiva foi baixo (Tabela 11). Todos os tratamentos apresentaram teores superiores ao nível crítico de 2,4g/kg proposto por Bachy citado por Ochs e Olivin (1976) para a folha 9.

A concentração de cátions na solução influenciou os teores de S, propiciando maiores valores para os tratamentos 3, 4, 5, 6 e 7. Os teores de B no tratamento 4 foram inferiores ao tratamento 1. Os teores de Fe também foram influenciados apresentando maiores valores para os tratamentos 1, 2, 6 e 7.

4.3.4 Relações K/Ca, K/Mg, Ca/Mg, K/(Ca + Mg) e K/Ca/Mg na parte aérea e folha 4 em função dos tratamentos e correlações com essas relações na solução nutritiva.

As relações entre os teores de K/Ca, K/Mg, Ca/Mg, K/(Ca+Mg), K/Ca/Mg e K+Ca+Mg na matéria seca da parte aérea e folha 4 para as diferentes concentrações de K, Ca e Mg na solução nutritiva estão na Tabela 12.

Todas as relações obtidas na parte aérea foram afetadas pelos tratamentos. As relações K/Ca, K/Mg, K/(Ca+Mg) e K/Ca/Mg apresentaram valores bem inferiores para o tratamento 7 em relação aos demais. A baixa concentração de K na solução e conseqüentemente, as possíveis interações envolvendo as maiores concentrações de Ca e Mg podem explicar estes valores. Entretanto, a interpretação baseada apenas na concentração de um único cátion em contraste com outro ou com a soma dos outros dois é de difícil compreensão. No caso do K, por exemplo, a sua segunda menor concentração na solução do tratamento 6 (1,0mg K/l) não resultou em menores valores das relações citadas anteriormente. Pelo contrário, a relação K/Mg teve o seu maior valor obtido justamente no tratamento 6. Uma possível inferência, seria a de que o valor dessa relação é alto em função do baixo teor de Mg. No entanto, pode-se constatar pelos dados da Tabela 8, que os teores de Mg são médios, mas que os maiores teores de K foram obtidos no tratamento 6. Isso leva a deduzir, que o K apesar de estar em baixa concentração, não sofreu competição no processo de absorção ou possivelmente pode até ter sido estimulado.

Um estudo das correlações obtidas entre as relações dos teores de K, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea e suas concentrações na solução nutritiva (Tabela 13), mostra que os valores aumentam na matéria seca a medida que se aumenta os valores da solução.

A somatória dos teores de K, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea foi influenciada pelas diferentes concentrações dos mesmos na solução, com valores variando de 13,48 a 21,9g/kg (tabela 12). Estes resultados discordam de Carmelo (1989) de que freqüentes observações têm mostrado que a soma total de cátions na planta é pouco variável em função das alterações nos níveis individuais dos cátions no meio nutritivo. Deste modo, aumentos na concentração de qualquer cátion nutriente do meio nutritivo, eleva o teor dos outros, de modo que a soma total de cátions no tecido vegetal se mantenha praticamente constante.

TABELA 12: Relações entre os teores de K, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea e da folha 4 do dendezeiro em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Tratamento (K:Ca:Mg)	K/Ca	K/Mg	K/(Ca + Mg)	Ca/Mg	K/Ca/Mg	K + Ca + Mg
Parte aérea						
T1 (2,0:4,0:1,5)	3,77 bcd	6,33ab	2,35ab	1,71a	19,22ab	17,88abc
T2 (1,5:4,0:2,0)	5,45ab	5,69ab	2,47ab	1,06 b	19,94ab	21,44a
T3 (2,5:3,0:2,0)	7,01a	6,15a	3,21a	0,90 b	28,44a	19,99ab
T4 (2,0:3,0:2,5)	3,98 bcd	3,47 bc	1,85 bc	0,88 b	15,73 bc	13,80 c
T5 (1,5:5,0:1,0)	2,98 cd	4,94ab	1,86 bc	1,70a	14,56 bc	15,90 bc
T6 (1,0:5,0:1,5)	4,70abc	6,65a	2,72ab	1,44a	19,48ab	21,90a
T7 (0,5:5,0:2,0)	1,79 d	1,72c	0,87 c	1,04 b	4,58 c	13,48 c
Folha 4						
T1 (2,0:4,0:1,5)	3,47abc	6,71a	2,27abc	1,95ab	10,98ab	32,32ab
T2 (1,5:4,0:2,0)	4,76ab	6,10a	2,64ab	1,37 bc	9,59 bc	42,10a
T3 (2,5:3,0:2,0)	6,27a	7,24a	3,28a	1,12 c	13,74 c	43,80a
T4 (2,0:3,0:2,5)	4,49abc	5,27a	2,42ab	1,21 c	10,04 c	34,20a
T5 (1,5:5,0:1,0)	2,72 bc	5,83a	1,86 bc	2,22a	7,32a	33,38a
T6 (1,0:5,0:1,5)	3,44 bc	6,84a	2,27abc	1,99ab	8,00ab	42,44a
T7 (0,5:5,0:2,0)	1,91 c	1,93 b	0,95 c	1,14 c	3,72 c	20,42 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

TABELA 13: Coeficientes de correlação linear entre as relações dos teores de K, Ca e Mg na matéria seca da parte aérea e folha 4 do dendezeiro e relações das concentrações desses mesmos cátions na solução nutritiva.

Relação	Parte aérea	Folha 4
K/Ca	0,57**	0,64**
K/Mg	0,45**	0,54**
Ca/Mg	0,73**	0,71**
K/(Ca + Mg)	0,48**	0,62**
K/Ca/Mg	0,55**	0,56**

** Significativo ao nível de 5%.

Pelos dados da Tabela 12, pode-se verificar um mesmo comportamento dos valores das relações entre K, Ca e Mg na folha 4 com os valores das relações encontrados na parte aérea. A somatória dos teores de K, Ca e Mg foi menos influenciada pelos tratamentos, apresentando menores valores nos tratamentos 1 e 7. Para Ollagnier, Ochs e Martin citados por Knecht, Ramachandran e Narayanan (1975) a soma de K + Ca + Mg na folha 17 do dendezeiro é praticamente constante e igual a 20,0g/kg na matéria seca independente do balanço nutricional entre os três cátions. Porém, estes últimos autores discordam dessa constância e afirmam que essa somatória é mais alta para plantas mais jovens e sugerem para plantas inferiores a 10 anos de idade o nível crítico de 22g/kg de matéria seca. Segundo estes autores, em virtude do antagonismo entre estes cátions a soma dos níveis de deficiência individual não deve ultrapassar o nível de deficiência da soma. De acordo com este raciocínio, se tomarmos a soma dos níveis críticos de K + Ca + Mg propostos por Bachy citado por Ochs e Olivin (1976) para a folha 9 encontraremos 20,9g/kg de matéria seca. Deste modo, apenas o tratamento 7 apresenta valores inferiores ao nível crítico calculado. Já Bachy (1963) propõe que se tomarmos como 100 a soma dos teores de K, Ca e Mg, os valores ideais devem ser K= 47,3%, Ca=37,25 e Mg=15,5%. O tratamento 7 é o que mais aproxima destes valores.

Com exceção da relação Ca/Mg, as correlações entre os teores na matéria seca e concentração na solução foram maiores na folha 4 do que na parte aérea. Esses dados e o fato dos teores de nutriente na folha 4 apresentarem uma tendência semelhante aos teores encontrados na raiz e parte aérea permitem concluir que a folha 4 representa o estado nutricional do dendezeiro.

5 CONCLUSÕES

As diferentes relações de K, Ca e Mg na solução nutritiva não afetaram as características de crescimento e a produção de matéria seca das mudas de dendezeiro.

As relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva influenciaram os teores desses nutrientes na matéria seca da raiz, parte aérea e folha 4.

A folha 4 revelou-se adequada para diagnosticar o estado nutricional das mudas de dendezeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHY, A. Diagnostic foliaire: relations entre cations. **Oléagineux**, Paris, v.18, n.6, p.381-385, juin 1963.
- BOTELHO, S.M.; VIÉGAS, I. de J.M.; CORRADO, F.; OCHS, R. Comparação de fontes de adubos fosfatados e seus respectivos efeitos no equilíbrio da nutrição em K, Ca e Mg no dendezeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, Goiânia, 1993. **Resumo...Goiânia: SBCS**, 1993. v.3, p.61-62.
- BRÉDAS, J.; CHAILLARD, H. Importance des apports de magnésium sur les jeunes palmiers plantés sur savane. **Oléagineux**, Paris, v.22, n.1, p.9-12, jan. 1967.
- BÜLL, L.T. **Influência da relação K/[Ca + Mg] do solo na produção de matéria seca e na absorção de potássio por gramínea e leguminosa forrageiras**. Piracicaba:ESALQ, 1986. 107p. (Tese Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- BULL, R.A. Symptomas of calcium and phosphorus, deficiency in oil palm seedlings. **Nature**, London, v.20, p.1749-1750, dec 1958.
- CALDWELL, C.R.; HAUG, A. Divalent cation inhibition of barley root plasma membrane-bound Ca^{+2} -ATPase activity and its reversal by monovalent cations. **Physiology Plantarum**, Copenhagen, v.54, n.1, p.112-118, 1982.
- CÂMARA, R.N.; CARVALHO, J.G. de; ASSIS, R.P. de. Efeito da relação Ca:Mg do corretivo no crescimento de mudas de Urucum (*Bixa orellana* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, Goiânia, 1993. **Resumos... Goiânia:SBCS**, 1993. v.3, p.227-228.
- 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, 1989. 105p. (Tese Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- CARVALHO, J.G. de. **Efeito de deficiências minerais na absorção de fósforo pelo arroz (*Oryza sativa* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 88p (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).

- CASTRO, A.F. de & MENEGUELLI, N. do A. As relações $K^+/[Ca^{+2} + Mg^{+2}]^{1/2}$ e $K^+/[Ca^{+2} + Mg^{+2}]$ no solo e as respostas a adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.6, p.751-760, jun. 1989.
- CHEESEMAN, J.M.; HANSON, J.B. Energy-linked potassium influa as related to cell potential in corn roots. **Plant Physiology**, Maryland, v.64, n.5, p. 842-845, Nov. 1979.
- CLARKSON, D.T.; SANDERSON, J. Sites of absorption and translocation of iron in barley roots. Tracer and microautoradiographic studies. **Plant Physiology**, Pensylvânia, v.61, n.5, p.731-736, May 1978.
- DRAKE, M.; VENGRIS, J.; COLBY, W.G. Cation-exchange capacity of plant roots. **Soil Science**, Baltimore, v.72, p.139-147, 1951.
- DUFOUR, F.; QUENCEZ, P.; SCHMITT, G. Technique de culture en solutions nutritives du palmier à huile et du cocotier. **Oléagineux**, Paris, v.33, n.10, p.485-490, Oct. 1978.
- DUKE, S.H.; COLLINS, M. Role of potassium in legume dinitrogen fixation. In: MUNSON, R.D.(ed.) **Potassium in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1985, p.443-465.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Ante-projeto de Implantação do Programa Nacional de Pesquisa do Dendê**. Brasília, 1979. (n.p.).
- EMMERT, F.H. The steicheometry of interactions between phosphorus and nutrient cations. **Journal Plant Nutrition**, Washington, v,5, n.9, p.1171-1176, 1976.
- EPSTEIN, E. **Nutrição Mineral das Plantas**, princípios e perspectivas. São Paulo:EDUSP, 1975. 341p.
- FAGERIA, N.K. Absorption of magnesium and its influence on the uptake of phosphorus, potassium and calcium by intact groundnut plants. **Plant and Soil**, Holand, v.40, n.2, p.313-320, Apr, 1973.
- FERREIRA, R.M.A. **Crescimento de *Eucalyptus citriodora* cultivado em dois Latossolos sob influência de níveis de boro e umidade**. Lavras:ESAL, 1992. 113p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- FOY, C.D.; BARKER, S.A. Magnesium absorption and utilization by two inbred of corn. **Proceedings Soil Science Society American**, Madison, v.22, n.1, p.57-62, 1958.
- GRASSI FILHO, H. **Níveis de cálcio e boro e suas interações afetando o desenvolvimento do sistema radicular, a composição mineral e o vigor do limoeiro cravo (*Citrus limonia*, L. OSBECH) em condições controladas**. Piracicaba: ESALQ, 1991. 92p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

- GUPTA, U.C. Interaction effects of boron and lime on barley. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.36, n.2, p.332-334, Mar./Apr. 1972.
- HASSELO, H.N; BRZESOWSKY, W.J. An evaluation of the variations in the leaf K and Mg contents in oil palms. **Oléagineux**, Paris, v.20, n.10, p.579-583, oct. 1965a.
- HASSELO, H.N; BRZESOWSKY, W.J. An evaluation of the variations in the leaf K and Mg contents in oil palms. **Oléagineux**, Paris, v.20, n.11, p.661-666, nov. 1965b.
- INSTITUT DE RECHERCHES POUR LES HUILES ET OLÉAGINEUX. La carence potassique chez le palmier à huile symptômes et correction. **Oléagineux**, Paris, v.47, n.10, p.587-588, oct., 1992.
- INSTITUT DE RECHERCHES POUR LES HUILES ET OLÉAGINEUX. Les symptômes de carence en magnésium chez le palmier à huile. **Oléagineux**, Paris, v.24, n.1, p.10-12, Jan., 1969
- JONES, H.E.; SCARSETH, G.D. The calcium-boron balance in plants as related to boron needs. **Soil Science**, Baltimore, v.57, p.15-24, jan./jun. 1944.
- KAHN, J.S.; HANSON, J.B. The effect of calcium on potassium accumulation in corn and soybean roots. **Plant Physiology**, Pennsylvânia, v.32, n.4, p.312-316, July 1957.
- KEY, J.L.; KURTZ, L.T.; TUCKER, B.B. Influence of ratio of exchangeable calcium-magnesium on yield and composition of soybean and corn. **Soil Science**, Baltimore, v.93, p.265-270, 1962.
- KNECHT, J.C.X.; RAMACHANDRAN, R.; NARAYANAN, R. Variability and other features of leaf K+Ca+Mg in oil palm leaf sampling. **Oléagineux**, Paris, v.30, n.3, p.99-105, Mar., 1975.
- KURIHARA, C.H. **Nutrição mineral e crescimento da soja sob influência do equilíbrio entre Ca, Mg e K**. Lavras:ESAL, 1991. 95p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- LOPES, A.S.; GUIDOLIN, J.A. **Interpretação de Análise de Solo**, conceitos e aplicações. São Paulo:ANDA, 1989. 64p.
- LOUÉ, A. Contribuição para o estudo da nutrição catiônica do milho, principalmente a do potássio. **Fertilite**, Paris, v.20, 1963, p.33-50.
- LOUÉ, A. The interaction of potassium with other growth factors particularly nutrients. In: INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE. **Potassium research**, review and trends. Bern: International Potash Institute, p.407-433, 1979.
- LOURENÇO, S. **Absorção de fósforo por raízes destacadas de cevada em presença de magnésio**. Piracicaba: ESALQ, 1967. 29p. (Dissertação-Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

- MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo:Ceres, 1980. 254p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional de plantas**, princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of Plant Nutrition**. 4.ed., Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MILLER, G.W.; PUSHNIK, J.C.; REYS, N. The major elements in plants. In: ASHMEAD, H.A.; ASHMEAD, H.H.; MILLER, G.W.; HSU, H.H. **Foliar Feeding of Plants with Amino Acid Chelates**. New Jersey: Noyes Publications, 1986, p.65-89.
- MORTVEDT, J.J.; KHASAWNEH, F.E. Effects of growth responses on cationic relationships in plants. **Soil Science**, Baltimore, v.141, n.3, p.200-207, Mar. 1986.
- NG, S.K. **The oil palm, its culture, manuring and utilization**. Berne: Internacional Potash Institute, 1972. 142p.
- OCHS, R.; OLIVIN, J. Le diagnostic foliare pour le controle de la nutrition des plantations de palmiers à huile-prélèvement des échantillons foliaires. **Oléagineux**, Paris, v.32, n.5, p.211-215, mai. 1977.
- OCHS, R.; OLIVIN, J. Research on mineral nutrition by the IRHO. In: CORLEY, R.H.V.; HARDON, J.J.; WOOD, B.J.(ed.) **Oil palm research**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1976. p.183-214.
- OHNO, T. & GRUNES, D.L. Potassium-magnesium interactions affecting nutrient uptake by wheat forage. **Soil Science Society American. Journal**, Madison, v.49, n.3, p.685-690, May/June 1985.
- OLLAGNIER, M.; OCHS, R.; MARTIN, G. Adubação do dendezeiro no mundo. **Fertilité**, Paris, v.36, n.2, p. 3-64, Fév. 1970.
- OMAR, M.A. & KOBBIYA, T. Some observations on the interrelationships of potassium and magnesium. **Soil Science**, Baltimore, v.101, n.6, p.437-40, June 1986.
- OVERSTREET, R.; JACOBSON, L.; HANDLEY, R. The effect of calcium on the absorption of potassium by barley roots. **Plant Physiology**, Pennsylvania, v.27, n.3., p.583-590, July 1952.
- PACHECO, A.R; TAILLIEZ, B.J.;ROCHA DE SOUZA, R.L.; LIMA, E.J. Les déficiences minérales du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq) dans la région de Belém, Pará (Brésil). **Oléagineux**, Paris, v.40, n.6, p.295-305, juin 1985.
- PACHECO, A.R.; TAILLIEZ, B.J.; VIÉGAS, I. de J.M. **Respostas de N-P-K-Ca e Mg no desenvolvimento de mudas de dendê na região de Manaus-AM**. Belém: EMBRAPA/UEPAE, 1987. 21p. (Boletim de Pesquisa, 4).

- PANDOLFO, C. **A cultura do dendê na Amazônia**. Belém: SUDAN, 1981. 35p.
- PIERRE, W.H.; BOWER, C.A. Potassium absorption by plants as affected by cation relationships. **Soil Science**, Baltimore, v.55, p.23-36, 1943.
- REEVE, E.; SHIVE, J.W. Potassium-boron and calcium-boron relationships in plant nutrition. **Soil Science**, Baltimore, v.57, p.1-14, jan/june 1944.
- RODRIGUES, M. do R.L. **Resposta do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) à aplicação de fertilizantes nas condições do médio Amazonas**. Piracicaba: ESALQ, 1993. 81p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- ROSOLEM, C.; MACHADO, J.R. & BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.12, p.1443-1448, 1984.
- TINKER, P.; ZIBOCH, C. Soil analysis and fertilizer responses. **Journal West African Institut Oil Palm Research**, v.3, n.9, p.52-73, 1959.
- VALE, F.R.; VOLK, R.J.; WILLIAM, A.J. Simultaneous influx of ammonium and potassium into maize roots: kinetics and interactions. **Planta**, Berlin, v.173, p.424-431, 1988
- VENTURA, C.A.D. **Níveis de potássio, cálcio e magnésio em solução nutritiva influenciando o crescimento e a composição da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cv. Paraná**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 65p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- 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, 1993. 217p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- VIÉGAS, I. de J.M.; PACHECO, A.R.; CORRADO, F. **Resposta do fósforo, potássio e magnésio no crescimento e produção de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) no município de Moju, PA**. Belém, EMBRAPA. 6p. 1987. (Relatório nº 2, pesquisa em andamento)

ANEXO

Tabela 1A: Resumo das análises de variância (quadrado médio e nível de significância) das características de crescimento das plantas de dendezeiro na época de indução dos tratamentos.

Causa de Variação	Quadrado médio			
	Característica de crescimento			
	Altura	Circunferência	Nº Folhas	Volume de raiz
K:Ca:Mg	8,1642NS	15,0181NS	0,3309NS	58,9809NS
Blocos	187,1857**	251,4877**	1,5285*	1905,7428**
Resíduo	7,2148	21,7489	0,3785	35,5762
CV(%)	6,54	11,02	7,45	14,02
Média geral	41,05	42,30	8,25	42,54

* e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo Teste de F.
NS Não significativo

Tabela 2A: Resumo das análises de variância (quadrado médio e nível de significância) das cinco avaliações das características de crescimento do dendezeiro para diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva

Causa de Variação	Quadrado médio				
	Avaliações				
	2 meses	4 meses	6 meses	8 meses	10 meses
Altura					
K:Ca:Mg	15,0404NS	45,2529NS	220,9571NS	362,2476NS	494,8619NS
Blocos	364,0044**	676,2125**	1214,1428**	1755,2678**	1528,3464**
Resíduo	16,6461	33,8333	87,9720	195,5093	289,4006
CV(%)	9,28	11,95	14,15	16,48	17,31
Média geral	43,96	48,66	66,28	84,85	98,27
Circunferência do coleto					
K:Ca:Mg	43,2485NS	16,3544NS	180,6233NS	894,5952	843,2446NS
Blocos	472,5749**	1000,4569**	3496,6429**	3358,6120**	4564,4695**
Resíduo	36,4848	71,1918	510,0861	451,0585	846,3531
CV(%)	10,16	11,69	23,91	18,20	21,10
Média geral	59,45	72,18	94,45	116,64	137,87
Número de folhas					
K:Ca:Mg	0,2952NS	0,8309NS	2,6452NS	4,7000NS	3,1238NS
Blocos	5,3107NS	4,7392**	5,3857*	8,6785*	12,9928*
Resíduo	0,9232	1,0809	1,5857	2,8369	3,6387
CV(%)	9,83	10,05	10,79	12,95	13,94
Média geral	9,77	10,34	11,67	13,00	13,68
Volume de raízes					
K:Ca:Mg	39,4285NS	193,4476NS	6023,5904NS	19001,2952NS	28812,6776NS
Blocos	24177,6000**	13109,8857**	48420,9285**	105282,2571**	17891,0285**
Resíduo	201,00	459,0190	4707,2400	14728,7238	20538,3619
CV(%)	22,23	23,17	28,24	31,58	30,97
Média geral	63,77	92,45	238,71	384,23	462,74

* e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo Teste de F.
NS Não significativo

Tabela 3A: Resumo das análises de variância (quadrado médio e nível de significância) das produções de matéria seca da raiz, parte aérea, total e relação raiz:parte aérea do dendezeiro para diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Causa de Variação	Quadrado médio			
	Matéria seca			
	Raiz	Parte aérea	Total	Raiz:parte aérea
K:Ca:Mg	229,0877NS	15680,1136NS	20713,8790NS	0,0025NS
Blocos	1430,9244**	94546,4272**	126651,2460**	0,0046*
Resíduo	167,5734	9221,3909	12233,8270	0,0015
CV(%)	31,29	40,50	38,28	20,51
Média geral	41,37	237,13	288,94	0,19

Tabela 4A: Resumo das análises de variância (quadrado médio e nível de significância) dos teores de macronutrientes (g/kg) na matéria seca da raiz do dendezeiro para diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Causa de Variação	Quadrado médio					
	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
K:Ca:Mg	25.2600*	1,0000*	89,3500**	1,1400**	0,8500**	0,0400NS
Blocos	19.4600*	0,2000NS	18,3600NS	4,3900NS	0,0800NS	0,0500NS
Resíduo	6.9600	0,40000	6,72000	0,2400	0,1000	0,1100
CV(%)	11,37	15,30	16,60	17,66	19,53	7,21
Média geral	23,20	4,10	15,60	2,70	1,70	4,7

Tabela 5A: Resumo das análises de variância (quadrado médio e nível de significância) dos teores de micronutrientes (mg/kg) na matéria seca da raiz do dendezeiro para diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva

Causas de Variação	Quadrado médio				
	Micronutrientes				
	B	Cu	Mn	Zn	Fe
K:Ca:Mg	12.5315*	31.8031NS	444,7423NS	181,9045NS	4619,8601NS
Blocos	3,9639NS	51,1208NS	162,0395NS	47,9704NS	23035,6692**
Resíduo	4,1726	19,4111	222,4370	123,7599	3400,6859
CV(%)	26,88	22,28	22,84	16,13	18,80
Média geral	7,60	19,77	65,28	68,95	310,09

* e ** significativo a 5 e 1% , respectivamente pelo Teste de F.

NS Não significativo

Tabela 6A: Resumo das análises de variância (quadrado médio e nível de significância) dos teores de macronutrientes (g/kg) na matéria seca da parte aérea do dendezeiro para diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Causa de Variação	Quadrado médio					
	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
K:Ca:Mg	7,8700NS	3,1400**	72,5000**	1,9500**	1,3700**	0,1000NS
Blocos	7,6000NS	4,8100**	15,4200NS	0,2200NS	0,1600NS	0,0800NS
Resíduo	5,9200	0,8200	7,6000	0,2800	0,0800	0,0700
CV(%)	11,88	19,95	22,70	17,17	11,17	10,99
Média geral	20,4	4,5	12,10	3,1	2,5	2,5

Tabela 7A: Resumo das análises de variância (quadrado médio e nível de significância) dos teores de micronutrientes (mg/kg) na matéria seca da parte aérea do dendezeiro para diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva

Causas de Variação	Quadrado médio				
	Micronutrientes				
	B	Cu	Mn	Zn	Fe
K:Ca:Mg	25,3258**	1,8605*	51,7976NS	16,1090NS	75,0234NS
Blocos	6,2667NS	0,9854NS	215,9323**	9,8876NS	64,9767NS
Resíduo	4,0537	0,7032	50,3101	10,1701	53,9012
CV(%)	16,51	15,33	12,29	17,03	14,29
Média geral	12,19	5,47	57,70	18,72	51,38

Tabela 8A: Resumo das análises de variância (quadrado médio e nível de significância) dos teores de macronutrientes (g/kg) na matéria seca da folha 4 do dendezeiro para diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Causa de Variação	Quadrado médio					
	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
K:Ca:Mg	8,7700NS	3,9300*	286,0200**	8,1100**	2,0800**	0,3200*
Blocos	12,1100NS	8,8600**	46,5500NS	1,5900NS	1,0000NS	0,4500*
Resíduo	8,2500	1,4600	34,3700	1,9900	0,3900	0,1000
CV(%)	10,34	29,54	24,13	21,23	14,24	13,23
Média geral	27,70	4,10	24,30	6,60	4,40	2,50

* e ** significativo a 5 e 1% , respectivamente pelo Teste de F.

NS Não significativo

Tabela 9A: Resumo das análises de variância (quadrado médio e nível de significância) dos teores de micronutrientes (mg/kg) na matéria seca da folha 4^{da} do dendezeiro para diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Causas de Variação	Quadrado médio				
	Micronutrientes				
	B	Cu	Mn	Zn	Fe
K:Ca:Mg	23,8170*	1,0320NS	1458,6442*	33,4321*	823,4629**
Blocos	5,3320NS	1,7270NS	746,7402NS	8,1283NS	23,4025NS
Resíduo	9,2694	0,7052	487,2345	10,6625	205,7572
CV(%)	17,61	14,73	17,95	16,38	16,04
Média geral	17,28	5,70	122,98	19,93	89,41

Tabela 10A: Resumo das análises de variância (quadrado médio e nível de significância) das relações entre os teores de K, Ca e Mg na matéria seca do dendezeiro para diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Causas de Variação	Quadrado médio					
	Relação K, Ca e Mg					
	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg	K/(Ca+Mg)	K/Ca/Mg	K+Ca+Mg
Parte aérea						
K:Ca:Mg	14,3512**	16,6090**	0,6591**	3,0251**	250,8120**	60,7500**
Blocos	2,1216NS	3,6286NS	0,0577NS	0,7127NS	53,9703NS	15,2500NS
Resíduo	1,3998	1,9945	0,0333	0,3678	38,6689	7,0500
CV(%)	27,88	28,13	14,63	27,13	35,57	14,95
Média geral	4,24	5,02	1,24	2,23	17,48	17,70
Folha 4						
K:Ca:Mg	10,3819**	16,0343**	1,0880**	2,5734**	49,6422*	337,1400**
Blocos	1,2190NS	2,2224NS	0,0843NS	0,2707NS	11,5979NS	78,8400NS
Resíduo	1,9346	2,0245	0,1042	0,4449	14,6842	39,6700
CV(%)	35,97	24,94	20,42	29,75	42,30	17,73
Média geral	3,87	5,7	1,57	2,24	9,06	35,50

* e ** significativo a 5 e 1% , respectivamente pelo Teste de F.

NS Não significativo

[REDACTED]

[REDACTED]