



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Centro de Ciências Agrárias

Departamento de Fitotecnia

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

**NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO DA CAJAZEIRA (*Spondias mombin* L.)
NA ZONA DA MATA PARAIBANA**

Selma dos Santos Feitosa

**AREIA, PB
MARÇO – 2007**

SELMA DOS SANTOS FEITOSA

**NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO DA CAJAZEIRA (*Spondias mombin* L.)
NA ZONA DA MATA PARAIBANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Agronomia”. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Adailson Pereira de Souza

AREIA – PB
MARÇO – 2007

"Daqui a cinco anos você estará bem próximo de ser a mesma pessoa que é hoje, exceto por duas coisas: os livros que ler e as pessoas com que se cruze, até lá!"

Charles Jones

Aos meus pais **José e Zuleide e**
aos meus **irmãos** que são as
pessoas mais importante pra mim.

Dedico.

A **Deus** por sempre me iluminar e me guiar...

Aos meus familiares que sempre apoiaram as minhas decisões. Aos meus pais, **José Feitosa e Zuleide F. dos Santos**, que me deram não somente a vida, mas principalmente a minha educação e condições de estudo. Aos meus **irmãos** por sempre torcerem por mim.

Eu fortemente agradeço ao **Juliano Fabricante**, por sua extensa paciência, pelo seu amor, por sempre estar disposto a me ajudar em qualquer situação e principalmente pelo seu apoio que me conforta e me deixa mais forte para superar meus desafios.

Meus agradecimentos ao meu orientador, professor Dr. **Adailson P. de Souza**, que sempre demonstrou acreditar no meu potencial, pela orientação, pelo bom convívio nestes 2 anos de trabalho e principalmente pela sua disponibilidade irrestrita, creio que deram norte a este trabalho.

Ao professor Dr. **Ivandro de França da Silva**, pelo profissional e pela pessoa humana que é.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão de bolsa durante a realização desta pesquisa.

Aos membros da Banca Examinadora: Prof^a. Dra. Rejane Maria Nunes Mendonça e ao Pesquisador Francisco Xavier de Souza, por terem aceito a participar da avaliação deste trabalho.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA).

Ao pessoal da casa feminina do mestrado, em especial a Bárbara; e ao caro amigo Ricardo Roffmann pela amizade.

Aos funcionários do laboratório de química e fertilidade de solo, em especial ao Naldo, Cristina e ao seu Castor.

As várias pessoas que contribuíram para que este trabalho chegasse a bom termo. A todas elas registro minha gratidão.

AGRADECIMENTOS

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Importância econômica da cajazeira	4
2.2. Características ecológicas	5
2.3. Caracterização das áreas de ocorrência	5
2.4. Adubação e nutrição mineral	6
3. MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1. Considerações gerais	11
3.2. Avaliações	13
3.2.1. Produção	13
3.2.2. Estado nutricional	13
3.2.3. Fertilidade do solo	14
3.3. Análise estatística	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Produção de frutos	15
4.2. Teores foliares dos macronutrientes	18
4.3. Teores de P e K no solo.....	29
5. CONCLUSÕES	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
7. ANEXOS.....	41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Características química e física de amostras do solo da área experimental, coletadas em diferentes profundidades (0 a 20 e 20 a 40 cm), antes da aplicação dos tratamentos. Estação Experimental da EMEPA, Mangabeira-PB.....	12
TABELA 2.	Resumo da análise de variância da produção de frutos em função da adubação fosfática (30, 60, 120 e 240 g planta ⁻¹) e potássica (30, 60, 120 e 240 g planta ⁻¹) com duas testemunhas (uma adubação orgânica (ORG), 40 L planta ⁻¹ e uma sem adubação (SAD)).....	15
TABELA 3.	Resumo da análise de variância dos teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas da cajazeira (<i>Spondias mombin</i> L.) em função da adubação fosfática (30, 60, 120 e 240 g planta ⁻¹) e potássica (30, 60, 120 e 240 g planta ⁻¹) com duas testemunhas (uma adubação orgânica (ORG), 40 L planta ⁻¹ e uma sem adubação (SAD)), em diferentes épocas de coleta (60, 120 180 e 240 dias.	20

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Produção de frutos da cajazeira, em função da adubação potássica, nas diferentes doses de P (30, 60, 120 e 240 g planta ⁻¹), Areia, PB. 2007.....	16
FIGURA 2.	Produção de frutos da cajazeira, em função da adubação fosfática, nas diferentes doses de K (30, 60, 120 e 240 g planta ⁻¹). Areia, PB. 2007.....	17
FIGURA 3.	Teores dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg em folhas da cajazeira, nas diferentes épocas de amostragem (60, 120, 180 e 240 dias). Areia, PB. 2007.....	21
FIGURA 4.	Teores de N, na massa seca das folhas da cajazeira aos 60, 120 180 e 240 dias após aplicação das doses de K ₂ O e P ₂ O ₅ , g planta ⁻¹ (30, 60, 120 e 240). Areia, PB. 2007.....	22
FIGURA 5.	Teores de P na massa seca das folhas da cajazeira aos 60, 120 180 e 240 dias após aplicação das doses de K ₂ O e P ₂ O ₅ , g planta ⁻¹ (30, 60, 120 e 240). Areia, PB. 2007.....	23
FIGURA 6.	Teores de K na massa seca das folhas da cajazeira aos 60, 120 180 e 240 dias após aplicação das doses de K ₂ O e P ₂ O ₅ , g planta ⁻¹ (30, 60, 120 e 240). Areia, PB. 2007.....	24
FIGURA 7.	Teores Ca na massa seca das folhas da cajazeira aos 60, 120 180 e 240 dias após aplicação das doses de K ₂ O e P ₂ O ₅ , g planta ⁻¹ (30, 60, 120 e 240). Areia, PB. 2007.....	25
FIGURA 8.	Teores de Mg na massa seca das folhas da cajazeira aos 60, 120 180 e 240 dias após aplicação das doses de K ₂ O e P ₂ O ₅ , g planta ⁻¹ (30, 60, 120 e 240). Areia, PB. 2007.....	26
FIGURA 9.	Teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de cajazeira (<i>Spondias monbim</i> L.) aos 60, 120, 180 e 240 dias após a adubação orgânica (composto orgânico 40 L planta ⁻¹). TMF= teores médios foliares em plantas colhidas na região. Areia, PB. 2007.....	27
FIGURA 10.	Variação dos teores de P e K no solo em resposta as doses de 30, 60, 120, 240 g planta ⁻¹ de P ₂ O ₅ e 30, 60, 120, 240 g K ₂ O nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, comparados a testemunha absoluta. Areia, PB. 2007.....	29

ANEXOS

FIGURA 1A.	Croqui da área experimental EMEPA: bloco 1 (18 plantas), plantas do Banco Ativo de Germoplasma (BAG), propagadas vegetativamente (estaca) com espaçamento de 10x10m, plantadas em 15/02/96.....	42
------------	---	----

FIGURA 2A.	Croqui dos blocos 2 e 3 (36 plantas), propagadas por enxertia, espaçadas com 7 x 7 m, plantadas em 19/05/2004..	43
FIGURA 3A.	Croqui do bloco 4 (18 plantas), propagadas por enxertia, espaçadas com 7 x 7 m, plantadas em 01/11/2001.....	44
FIGURA 4A.	Fuste de indivíduo adulto de cajazeira (<i>Spondias mombin</i> L.)	45
FIGURA 5A.	Indivíduo adulto de cajazeira (<i>Spondias mombin</i> L.).....	46
FIGURA 6A.	Indivíduo adulto de cajazeira (<i>Spondias mombin</i> L.) pertencente ao bloco 4.....	47
FIGURA 7A.	Vista parcial bloco 1 e 2 (7A); procedimento utilizado para coleta de folhas de cajazeira (7B); indivíduo adulto no momento da aplicação tratamento (7C); fruto maduro (7D); Vista parcial bloco 2 e 3 (7E) e folha com sintoma de deficiência nutricional.....	48
FIGURA 8A.	Indivíduo adulto de cajazeira recebendo o tratamento (8A); inflorescência (8B); vista das plantas do bloco 4, 2 e 3 (8C, 8D, 8E e 8F).....	49
FIGURA 9A.	Distribuição geográfica da cajazeira (<i>Spondias mombin</i> L.) no Brasil.....	50

RESUMO

SELMA DOS SANTOS FEITOSA. **Nutrição mineral e adubação da cajazeira (*Spondias mombin* L.) na Zona da Mata Paraibana.** Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, março de 2007. 50 p. il. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Adailson P. de Souza.

A exploração extrativista, a irregularidade na produção e a falta de uma proposta de manejo da cajazeira (*Spondias mombin* L.), quanto aos aspectos fitotécnicos, colocam esta cultura numa condição marginal na cadeia produtiva. Assim, com o objetivo de identificar e quantificar as exigências nutricionais da cajazeira (*Spondias mombin* L.) para os nutrientes fósforo e potássio, foi realizado na estação experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, EMEPA-PB, localizada no município de Mangabeira, um experimento em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em esquema fatorial $4 \times 4 + 2$, sendo os dois primeiros fatores constituídos pelas doses de P e K (30, 60, 120 e 240 g planta⁻¹), acrescidos de duas testemunhas (sem adubação e adubação orgânica). Para a estimativa da variável produção, foram considerados apenas os frutos caídos ao chão. O estado nutricional foi avaliado aos 60, 120, 180 e 240 dias após a primeira aplicação dos tratamentos, com a coleta de 4 folhas maduras do ramo anterior à inflorescência, em todos os quadrantes, na posição mediana da planta. Para avaliar a fertilidade do solo, foram coletadas amostras aos 120, 180 e 240 dias nas profundidades de 0 - 20 e de 20 - 40 cm. Face aos resultados obtidos, concluiu-se que: as doses de 148,06 e 30 g planta⁻¹ de K₂O e P₂O₅, respectivamente, resultaram nas maiores produções de frutos (84,29 kg planta⁻¹); a coleta de folhas para quantificar os teores de P e K na cajazeira deve ser aos 240 dias; os maiores teores foliares para o P e K foram obtidos quando aplicadas as maiores doses dos respectivos elementos no solo; a cajazeira responde positivamente à adubação orgânica; e, a adubação fosfática e potássica elevaram os níveis de fósforo e potássio no solo nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm.

Palavras-chave: adubação mineral, cajá, fósforo, potássio, adubação orgânica.

ABSTRACT

Mineral nutrition and fertilization of the hog-plum plant (*Spondias mombin* L.) in Zona da Mata – Paraíba state

Because extractive exploration, irregular production and the lacking management proposal concerning to its phytotechnical aspects, the hog-plum plant (*Spondias mombin* L.) is under marginal condition in the productive chain. So, this study was conducted to identify and quantify the nutritional demands of the hog-plum plant (*Spondias mombin* L.) for both phosphorus and potassium. The experiment was carried out in the experimental station of the Pesquisa Agropecuária da Paraíba - EMEPA-PB, Mangabeira county. The randomized block experimental desing was used, and the treatments were disposed under the factorial scheme $4 \times 4 + 2$, with the first two factors consisting of the P and K doses (30, 60, 120 and 240 g plant^{-1}), and two controls (without fertilization and with organic fertilization). In estimating the yield, only the fruits fallen on the ground were taken into account. The nutritional state was evaluated at 60, 120, 180 and 240 days after the first application of the treatments, by collecting four ripe leaves of the branch before inflorescence, in all quadrants at the medium position in the plant. To evaluate fertility of the soil, some samples were collected at the 120th, 180th and 240th day at the depths 0 - 20 and 20 - 40 cm. According to the results, the following conclusions were drawn: the doses 148.06 and 30 g plant^{-1} of K_2O and P_2O_5 , respectively, resulted the highest fruit yield ($84.29 \text{ kg plant}^{-1}$); the leaf collections to quantify the contents of P and K in the hog-plum plant should be performed at 240 days; the highest contents of P and K in the leaves were reached, when the highest doses of those elements were applied on the soil; the hog-plum plant positively responds to the organic fertilization; both phosphorus and potassium fertilizations increased the levels of potassium in the soil at depths from 0 to 20 and from 20 to 40 cm.

Keywords: mineral fertilization, hog-plum, potassium, phosphorus, organic fertilization

1. INTRODUÇÃO

A cajazeira (*Spondias mombin* L.) é uma frutífera tropical pertencente à família das Anacardiáceas, cujos frutos têm boa aceitação no mercado consumidor. Amplamente distribuída em quase todas as regiões do Brasil, a cajazeira possui várias sinonímias sendo vulgarmente conhecida na Amazônia por taperebá; em São Paulo e Minas Gerais, por cajazeira-miúda e cajá-pequeno; nos estados do Sul, por cajazeira ou cajá-mirim, e na maioria dos estados do Nordeste, por cajá (Pinto et al., 2003). Essa espécie é explorada extrativamente ou em pomares domésticos e não faz parte das estatísticas oficiais, mas, mesmo assim, têm grande importância socioeconômica para as regiões Norte e Nordeste do Brasil. Seus frutos são consumidos na forma in natura ou processados como polpas, sucos, geléias, néctares e sorvetes de excelente qualidade e alto valor comercial, o que torna viável a exploração agroindustrial dessa fruteira. O fruto da cajazeira, devido a seu característico sabor, produz produtos cuja demanda é crescente e insatisfeita. Em face da falta de pomares comerciais, as agroindústrias ficam totalmente dependentes da produção obtida do extrativismo, que é sazonal e insuficiente para operacionalização das fábricas (Souza, 2005).

A cajazeira é uma árvore de caule ereto, chegando a medir até 25 m de altura, e que produz frutos do tipo drupa, de coloração amarelo-laranja, cilíndrico, de polpa ácida, aromática e saborosa. Embora de características apreciadas pelo mercado, esta não é ainda cultivada em escala comercial, revelando-se como alternativa promissora ao agronegócio nas regiões mencionadas (Sacramento e Souza, 2000). O interesse crescente torna-se ainda maior devido à demanda de frutos com sabores exóticos, pelos mercados internacionais (Araújo et al., 2001).

Apesar de ser uma planta fornecedora de frutos com boa aceitação para o mercado, ter aplicações medicinais e também fornecer madeira branca para a marcenaria, a cajazeira tem sido pouco estudada, e, portanto, sua exploração, na maior parte dos estados do Norte e Nordeste, ainda é feita de forma extrativista. Em razão dos seus atributos e em função de sua adaptação às condições edafoclimáticas nas regiões onde é mais encontrada, a cajazeira se constitui numa fruteira de potencial economicamente promissor, notadamente para o Estado da Paraíba (Lima, 1995).

A cajazeira é um produto recente no mercado nacional, e a atual produção, considerando a grande demanda, não atende as necessidades do mercado interno, ficando, sua exploração comercial ainda muito restrito às regiões Norte e Nordeste (Tibola e Fachinello, 2004). O aumento da demanda vem despertando o interesse pelo seu cultivo, porém o incipiente acervo de informações e conhecimentos existentes sobre as suas exigências nutricionais, limita a instalação de pomares comerciais (Souza, 1998).

Uma planta para crescer e expressar sua capacidade produtiva necessita de uma boa nutrição e condições ambientais favoráveis. Para estar bem nutrida, uma planta requer nutrientes disponíveis e em quantidades suficientes para atender à sua demanda metabólica. Na maioria das vezes, esses elementos têm que ser adicionados ao solo, pois o mesmo não os contém naturalmente nessas quantidades e, para isso, é necessário que se saiba quanto aplicar para se obter o retorno econômico esperado.

Em se tratando de fruteiras essa informações são fundamentais para manter um crescimento vigoroso e elevadas produtividades, uma vez que colheita sucessiva, sem a reposição dos nutrientes, poderá causar esgotamento do solo, e limitar a produção da cultura (Pinto et al., 2003b).

Os agricultores que se dedicam a exploração da cajazeira reconhecem a importância da adubação para o aumento da produtividade e diminuir a alternância de produção, no entanto, enfrentam o problema da inexistência de pesquisas que possibilitem a indicação de doses agronomicamente corretas e economicamente viáveis. Atualmente, grande parte das informações utilizadas para o cultivo da cajazeira é baseada em trabalhos com plantas do mesmo gênero ou família devido à proximidade taxonômica destas culturas (Alfaia e Ayres, 2004). Desse modo, conhecer as exigências nutricionais da cajazeira e a sua resposta à aplicação de fertilizantes, é uma das estratégias para estabelecer um programa racional e eficiente de nutrição para esta cultura. A deficiência de tecnologias de produção de fruteiras tropicais consiste no principal obstáculo à exploração comercial, tanto para o mercado interno quanto para o externo (Neves et al., 2004).

A baixa disponibilidade de P, e o comportamento dinâmico das frações de K na maioria dos solos das regiões tropicais, transformam esses nutrientes em objeto de estudos freqüentes de adubação e nutrição mineral, que visam avaliar

as respostas das plantas às doses aplicadas e conseqüentemente a definição de níveis críticos para orientar as recomendações de adubação.

Diante disto, o objetivo deste estudo foi identificar e quantificar as exigências nutricionais da cultura da cajazeira para os nutrientes fósforo e potássio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica da cajazeira

A cajazeira (*Spondias mombin* L.) é uma frutífera bem adaptada às condições edafoclimáticas do Nordeste, sendo seus frutos a principal fonte de renda, em determinada época do ano, para milhares de famílias dessa região. Os plantios comerciais de cajazeira, ainda são incipientes, mas verificam-se tendências de aumento graças aos estudos, nos quais se procura selecionar genótipos altamente produtivos, visando principalmente a produção de frutos com características químicas e físicas que agradam ao mercado (Pinto et al., 2003a).

Até o presente momento, a polpa caracteriza-se como principal subproduto explorado da cajazeira. A boa aceitação de suco propicia o surgimento de indústrias para processamento e conservação do produto, que destinam sua produção tanto ao mercado interno, como ao externo. Há, no entanto, falta de incentivos para o cultivo em escala comercial, para uma verdadeira expansão de sua exploração.

Utilizam-se cajás na confecção de polpas, sucos, picolés, sorvetes, néctares e geléias de excelente qualidade e elevado valor comercial (Souza, 2000). Aliado a isso, está a descoberta das propriedades medicinais antibacteriana e antiviral (Ajao et al., 1985) dos taninos encontrados no extrato dos ramos e das folhas que poderá aumentar assim a exploração agroindustrial da espécie.

No Norte e Nordeste do Brasil, a forma de exploração dos frutos da cajazeira é extrativista, sendo colhidos frutos de árvores encontradas de forma espontânea nas matas de terra firme e várzeas e subespontânea em quintais e pomares domésticos (Souza, 1998). Essa forma de exploração e a sazonalidade de produção são responsáveis pela baixíssima oferta de frutos e pela demanda não atendida durante todo o ano, sendo estes os principais problemas para as agroindústrias que são obrigadas a demitir os empregados, e ficam ociosas durante vários meses do ano.

A produção registrada nos anos de 2005 e 2006 nos municípios de Alagoa Grande, Serra Redonda, Ingá, Monteiro, Joarez Távora e Galante, do Estado da Paraíba, foi de 500 e 700 toneladas, respectivamente. Os frutos são

comercializados nas feiras e agroindústrias da região com preço variando de R\$ 0,60 a R\$ 0,80 (Silva, 2006).

2.2. Características botânicas

A cajazeira é uma árvore frutífera tropical lenhosa, perenifólia ou secundária. Têm porte alto, atingindo 25 m de altura, folhas compostas pinadas, de 5-9 pares de folíolos opostos e troncos revestidos por casca grossa e rugosa de 40-60 cm de diâmetro, que esgalha e ramifica na parte terminal, o que confere um porte alto à planta. A copa é ampla, vistosa e imponente quando em fase de floração e frutificação. As flores são melíferas e também recomenda para reflorestamentos ecológicos (Souza e Bleicher, 2002; Lorenzi, 1998). Floresce a partir do final do mês de agosto junto com o surgimento da nova folhagem, prolongando-se até dezembro. A maturação dos frutos ocorre durante os meses de outubro-janeiro (Lorenzi, 1998).

2.3. Caracterização das áreas de ocorrência

A cajazeira apresenta elevada plasticidade de adaptação, pois ocorre em regiões de condições climáticas distintas, como Amazônia, Mata Atlântica, serras e litoral do Nordeste brasileiro (Souza, 2005). Ocorrem da Amazônia até o Rio de Janeiro, em várzeas de terra firme (Lorenzi, 1998). Dentre as regiões nordestinas a região de maior ocorrência é, segundo Sacramento e Souza (2000), a do Brejo no Estado da Paraíba – onde a altitude oscila entre 130 m e 618 m, a temperatura média do ar situa-se entre 23,0 °C e 24,5 °C e a precipitação média é cerca de 1.400 mm anuais, e na zona litorânea próxima à Fortaleza em áreas de solos férteis, profundos e ricos em matéria orgânica, onde a precipitação varia de 1.500 a 1.800 mm e é bem distribuída.

No Brasil, as cajazeiras são encontradas isoladas ou agrupadas, notadamente em regiões da Amazônia e da Mata Atlântica e nas zonas mais úmidas dos Estados do Nordeste, principalmente na faixa litorânea e nas serras, e de forma espontânea ou subespontânea em matas, campos de pastagens ou pomares domésticos (Souza et al., 2000).

2.4. Adubação e nutrição mineral

O estudo da nutrição mineral das plantas se revela como uma importante abordagem no que se refere ao conhecimento do desenvolvimento geral das plantas, bem como, no estabelecimento das relações ambientais e nutricionais com o rendimento produtivo, que se expressam durante esse desenvolvimento, daí a grande importância de estudos neste seguimento.

A importância da nutrição de plantas na produção mundial de alimentos é um fato inegável e que necessita da atenção de pesquisadores e técnicos de diferentes áreas para que se possa chegar a uma forma mais adequada e eficiente de produção. Este ponto constitui um desafio para a ciência, sendo estudadas e testadas diferentes alternativas para suplantar, com êxito, os diferentes problemas existentes.

A carência ou excesso de nutrientes pode provocar o depauperamento das plantas. Em tais condições, a capacidade produtiva é perdida, ainda que as concentrações foliares de nutrientes sejam recuperadas em anos subsequentes (Martinez et al., 2003).

Portanto, informações sobre doses adequadas de fertilizantes e exigências nutricionais são importantes para o aumento do rendimento da cultura. Por sua vez, os tecidos da planta mostram o status nutricional desta em dado momento, de modo que sua análise, aliada a do solo, permite uma avaliação mais eficiente do estado nutricional da cultura e das necessidades de adubação (Brizola et al., 2005).

Assim, tem-se subsídios para se recomendar corretamente a quantidade de fertilizante necessária para conseguir a expressão máxima do potencial de produtividade, aliada ao melhor retorno financeiro.

Segundo Silveira et al. (2000), algumas deficiências nutricionais podem afetar gravemente a qualidade do produto, pois a falta ou o excesso de um ou mais nutrientes na planta provoca anormalidades visíveis (clorose, morte dos tecidos e redução de crescimento), sendo características de cada nutriente. Assim, a necessidade da determinação de níveis críticos de um nutriente, para cada espécie vegetal ou grupos de espécies afins é de fundamental importância para sua qualidade e produtividade.

Na maioria dos solos, o suprimento de P é insatisfatório ao adequado crescimento das plantas. Muitos solos tropicais com grau avançado de

intemperismo e até mesmo os poucos intemperizados, apesar de apresentarem teores totais de P relativamente elevados, mostram-se deficientes em P disponível, pela baixa solubilidade das principais formas de P encontradas (Rolim Neto et al., 2004) e pela forte interação do fosfato com o solo. Este fenômeno é conhecido como adsorção de P, no qual formas solúveis de P, que se encontram na solução do solo, se tornam menos solúveis ou insolúveis em contato com a fase sólida do solo.

Nas pesquisas sobre nutrição de plantas destaca-se o estudo do fósforo, que é um nutriente de grande importância nos solos tropicais, pois provoca grandes limitações nos rendimentos das culturas. Este fato decorre, entre outros fatores, da alta capacidade de fixação deste elemento nestes solos, devido, basicamente, a presença de grandes quantidades de minerais compostos de ferro e alumínio.

O P tem importância decisiva no crescimento da planta, estando este elemento relacionado à diminuição do surgimento das folhas, a expansão foliar e a taxa de fotossíntese por unidade de área foliar (Cromer et al. 1993; Jacob e Laxlor, 1991; Rao e Terry, 1989). Alguns sintomas de deficiência de P são: menor ferfilhamento, atraso no florescimento, gemas laterais dormentes, número reduzido de frutos e sementes e pequena nodulação em leguminosas (Malavolta et al., 1997).

Conforme Brady (1989), a quantidade de fósforo total de um solo mineral médio pode ser comparada com a do nitrogênio, bem maior que a do potássio, do cálcio ou do magnésio. Contudo, de importância maior, é o fato de que a maioria do fósforo existente nos solos não se encontra prontamente absorvível pelos vegetais. Outrossim, quando sais solúveis desses elementos são adicionados ao solo, o fósforo é fixado ou mantido insolúvel ou numa forma não-absorvida pelas plantas, mesmo sob condições ideais do solo.

O conteúdo de fósforo total nos solos minerais é variável. Segundo Melo et al. (2000), essa quantidade raramente excede a 0,5%, variando, geralmente, entre 0,12% e 0,15%. O fósforo disponível se origina da solubilização de minerais fosfatados, da mineralização da matéria orgânica e da adição de fertilizantes. Entretanto, em virtude das fortes reações de adsorção de P nos colóides minerais, a adubação fosfatada tem eficiência muito baixa nas regiões tropicais, registrando-se uma recuperação pelas culturas de 5 a 20 % do P aplicado (Fernandes, 2006).

Quanto ao elemento potássio, este quando disponível às plantas em grande quantidade pode levar à diminuição dos níveis foliares de Mg e Ca (Reis Jr., 1995), pois o potássio, o cálcio e o magnésio competem por sítios de absorção pela planta. O potássio reduz a concentração de Mg na parte aérea através da redução da sua translocação das raízes para a parte aérea. A alteração dessas concentrações de nutrientes pode trazer problemas ao crescimento vegetal, à morfologia da planta e afetar sua produção.

Segundo Souza e Bleicher (2002), estudando o comportamento da cajazeira enxertada, em resposta a adubação química e orgânica, verificaram que ocorreu alta taxa de crescimento, contribuindo para uma planta vigorosa. Malavolta (1980), diz que somente o potássio trocável, pode ser aproveitado pelas plantas. Como acontece com a adubação nitrogenada e fosfatada, a adubação potássica precisa garantir concentrações altas de K na solução, para atender às necessidades das culturas nos períodos em que o elemento é exigido. As raízes absorvem o potássio trocável nas concentrações que variam de 2 a 5 ppm e para que isso aconteça deve haver contato direto entre as raízes e a solução contendo este elemento. Para o mesmo autor a maior parte do P no solo se move até as raízes da planta mais por difusão que por fluxo de massa. Como o movimento por difusão é restrito, geralmente é considerada como o fator mais limitante na absorção de P pelas plantas.

O potássio, apesar de não ser constituinte estrutural das plantas ou de qualquer composto é essencial em quase todos os processos vitais da planta. Desempenha papel importante na fotossíntese, na translocação dos compostos biológicos, na abertura dos estômatos, incremento no teor de proteína, de amido nos grãos e tubérculos, na qualidade dos frutos nos aspectos de tamanho, forma, cor, sabor e resistência ao armazenamento (Raij, 1991; Malavolta, 1994; Imas, 1999); Além disso, atua diretamente na fotossíntese, participando nos níveis de açúcares nos frutos (Carvalho et al., 1999). Essas múltiplas funções do K nos processos metabólicos resultam em vários efeitos positivos nas plantas quando há adequada nutrição potássica: incremento no crescimento das raízes, aumento da resistência às secas e às baixas temperaturas, resistência à pragas e doenças, resistência a acamamento das plantas e incremento na nodulação das leguminosas (Imas, 1999).

A alta mobilidade do potássio facilita a translocação rápida de célula para célula ou de tecidos mais velhos para tecidos em desenvolvimento e nos órgãos

de armazenamento das plantas (Teixeira e Silva, 2003; Malavolta et al., 1997). A insuficiência de qualquer elemento essencial no solo, para atender as necessidades das plantas, diminui o crescimento, pois atua diretamente na divisão celular, processo fundamental no desenvolvimento vegetativo e produtivo (Raij, 1990).

Melo et al. (2005), considerando a importância do potássio na fase de diferenciação floral, recomendam aplicá-lo preferencialmente antes da emissão da inflorescência, com doses parceladas, de três em três meses ou de quatro em quatro meses, com parcelamento maior quando os cultivos se fizerem nos solos arenosos.

Esta prática de parcelamento do potássio em fruteira além de contribuir para aumento da produtividade proporciona frutos maiores (Silva et al., 1999).

O potássio é um grande ativador enzimático, conseqüentemente, participa nas diversas fases do metabolismo como reação de fosforilação, síntese de carboidratos, respiração e síntese de proteínas (Fernandes, 2006). O transporte de carboidratos produzidos na folha para outros órgãos se faz de modo ineficiente quando a planta encontra-se deficiente em potássio. Esse elemento apresenta adequada mobilidade na planta e sua dinâmica é dos órgãos mais velhos para os mais novos. Desta forma os sintomas de sua deficiência manifestam-se primeiramente nas folhas mais velha (Malavolta, 1979).

Neste aspecto, alguns trabalhos apresentam um indicativo da seqüência de macro (Silva et al., 2002, Lima et al., 2002) e micronutrientes (Sá et al., 2003) que seriam mais limitantes ao desenvolvimento de algumas espécies do gênero *Spondias*. Outras questões já relatadas para as *Spondias* referem-se a composição mineral em diferentes partes da planta (Silva et al., 1984; Silva et al., 2003; Neves et al., 2003; e Carvalho et al., 2003) bem como da sua capacidade de retirar do solo aquilo que é aplicado via adubação mineral ou orgânica (Mello, 1999; Cavalcanti et al., 2002; Góis et al., 2002).

O aumento no preço dos fertilizantes químicos, notadamente os derivados do petróleo tem forçado o aproveitamento de resíduos agrícolas, exigindo da pesquisa maior atenção na busca de soluções para utilização econômica dos mesmos.

Para o adequado aproveitamento dos resíduos agrícolas pelas plantas este deverá sofrer transformação, para isso há diversos fatores relacionados com a decomposição de resíduos agrícolas adicionados ao solo, tais como: a atuação

de macro e microrganismos decompositores, as características do material orgânico que determinam sua degradabilidade e as condições edafoclimáticas da região (Correia e Andrade, 1999).

Entre os benefícios trazidos pela adubação orgânica ao solo estão a melhoria nas suas propriedades químicas, por meio do fornecimento de nutrientes, aumento da CTC, formação de complexos e aumento do poder tampão; nas propriedades físicas, pelo aumento na estabilidade de agregados e melhoria na estrutura do solo que se traduz em melhor aeração, permeabilidade, retenção de água e resistência à erosão; e, ainda, a biologia do solo pelo aumento da atividade biológica (Costa et al., 1986; Paschoal, 1994).

Goede (1993), trabalhando com doses e fontes de fertilizantes orgânico e mineral, obteve um aumento de produção de 12,25 ton/ha para 18,54 ton/ha em mangueiras 'Tommy Atkins' com quatro anos de idade.

Desta forma, torna-se necessária e de extrema importância para o desenvolvimento da produção em escala comercial da cajazeira, a adequação de dosagens ideais de adubação fosfatada, potássica e orgânica. O melhor aproveitamento destes elementos reflete direta e indiretamente sobre a maior qualidade dos produtos extraídos da espécie, assim como uma série de benefícios eco-sócio-ambientais para as regiões de sua ocorrência.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Considerações gerais

O experimento foi realizado na estação experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – EMEPA-PB, em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, localizada em Mangabeira município de João Pessoa, na Mesorregião da Zona da Mata Paraibana, nas coordenadas 07° 41' 58"S e 34° 48' 37"W, a uma altitude de 30 - 40 m. O clima regional segundo a classificação de Köppen, é Tropical semi-úmido, com precipitação média anual de 1.740 mm (INMET, 2006).

Inicialmente coletaram-se amostras de solo na área experimental, nas profundidades de 0 - 20 e de 20 - 40 cm, para a caracterização física e química (Tabela 1).

Trabalhou-se com plantas de diferentes idades e formas de propagação. Sendo o bloco 1 constituído por plantas multiplicadas assexuadamente (estaquia) e plantadas em 15/02/96 com espaçamento de 10 x 10 m.; bloco 2, 3 e 4 são constituídos por plantas enxertadas e plantadas em 19/05/2004 exceto o bloco 4 que foi em 01/11/01, em ambos espaçadas entre si de 7 m. Sendo uma planta por parcela, totalizando 72 plantas.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados e quatro repetições, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 4 + 2, sendo o primeiro fator constituído pelas doses de P (30, 60, 120 e 240 g planta⁻¹) na forma de superfosfato simples -18 % de P₂O₅, e o segundo pelas doses de K (30, 60, 120 e 240 g planta⁻¹) na forma de cloreto de potássio – 58 % de K₂O. Foram acrescentados dois tratamentos adicionais, uma testemunha absoluta (sem adubação) e uma testemunha relativa (adubação orgânica, 40 L planta⁻¹ de composto orgânico), com uma composição química de N, P, K, Ca, Mg e S de 5,25; 3,96; 1,89; 6,09; 0,84 e 1,56 g kg⁻¹, respectivamente.

Os fertilizantes foram aplicados em cobertura, em faixas circulares obedecendo à projeção da copa da planta. As doses de potássio foram divididas em três aplicações: 1/3 no início da floração (novembro de 2005), mais 1/3 da dose aos 30 dias após a primeira adubação, e 1/3 restante, 60 dias após a primeira adubação. A adubação fosfática e orgânica fez-se juntamente com a primeira aplicação do potássio.

Tabela 1. Características química e física de amostras do solo da área experimental, coletadas em diferentes profundidades (0 a 20 e 20 a 40 cm), antes da aplicação dos tratamentos. Estação Experimental da EMEPA, Mangabeira-PB

Características ¹	Profundidade (cm)	
	0 – 20	20 – 40
pH (Água 1:2,5)	5,43	5,53
P (mg/dm ³)	3,99	2,44
K (mg/dm ³)	18,39	19,76
Na (cmolc/dm ³)	0,02	0,03
Ca+ Mg (cmolc/dm ³)	2,45	3,24
Ca (cmolc/dm ³)	1,58	2,08
Mg (cmolc/dm ³)	0,88	1,16
Al (cmolc/dm ³)	0,35	0,29
H+Al (cmolc/dm ³)	4,40	4,78
C (g/kg)	8,20	8,16
Areia grossa (2 - 0,2 mm)	516,0	
Areia fina (0,2- 0,05 mm)	348,0	
Silte (0,05 - 0,002 mm)	61,5	
Argila (< 0,002mm)	74,5	
Classe textural	Arenosa	

¹ Determinações realizadas no Setor de Química e Fertilidade do Solo e Setor de Física do Solo do DSER/CCA/UFPB, segundo metodologia da EMBRAPA (1997).

Em todos os tratamentos, excetuando-se as testemunhas utilizou-se por planta, uma dose de 150 g de sulfato de amônia distribuídas em duas aplicações: 1/3 da dose após a poda (juntamente com a segunda aplicação do potássio) e 2/3 após as plantas atingirem 50% da floração.

As plantas foram conduzidas em regime de sequeiro, com irrigação complementar realizada nas épocas de menor precipitação.

Objetivando ter uma idéia da variação dos teores médios nas folhas (TMF), foram colhidas amostras aleatórias de folhas das plantas antes do início da floração, em diferentes áreas (municípios de Mangabeira, Cajá, Alagoinha, Alagoa Grande e Areia) onde se observou, in loco, a exploração extrativista dos frutos, para sua comercialização na própria região como fonte de subsistência. Após a coleta, as folhas foram imediatamente encaminhadas para o laboratório onde se procedeu a rotina de determinação dos elementos N, P, K, Ca e Mg.

3.2. Avaliações

3.2.1. Produção

Os frutos caídos foram colhidos diariamente, identificados por planta, armazenados em sacos plásticos sob refrigeração, e encaminhados ao laboratório da EMEPA, para a coleta da variável peso ao final de cada período. Este compreendeu os meses de outubro a dezembro de 2005, e de janeiro a agosto de 2006. Em razão de apenas as plantas que constituíam o bloco1 produzirem frutos, foi considerado como repetição os anos de avaliação da produção (2005 e 2006).

3.2.2. Estado nutricional

O estado nutricional das folhas da cajazeira foi avaliado aos 60, 120, 180 e 240 dias após a primeira aplicação dos tratamentos, onde se colheram amostras de folhas inteiras (folíolos + pecíolos) para determinação dos teores de macronutrientes, adotando o seguinte critério de coleta: 4 folhas maduras do ramo anterior a inflorescência em todos os quadrantes na posição mediana da planta.

As folhas foram lavadas em água corrente e, posteriormente, enxaguadas em água destilada, submetidas à secagem em estufa de aeração forçada a 65 °C, moídas em moinho tipo Wiley, e digeridas em H₂O₂ e H₂SO₄ com mistura digestora para obtenção dos extratos. Os teores de nutrientes na matéria seca das amostras foram determinados conforme métodos descritos por Tedesco et al. (1995), sendo o N determinado pelo método Kjeldahl, o P por colorimetria, o K por fotometria de chama, e o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica.

3.2.3. Fertilidade do solo

Para a avaliação da fertilidade do solo, coletaram-se amostras aos 120, 180 e 240 dias após a primeira aplicação dos tratamentos, nas profundidades de 0 - 20 e de 20 - 40 cm, em quatro pontos seguindo a projeção da copa para compor uma amostra composta. As amostras após secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de abertura de malha de 2 mm foram analisadas

quimicamente quanto a sua fertilidade, segundo a marcha analítica adotada pela EMBRAPA (1997).

3.3. Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, com desdobramento do efeito quantitativo em regressões polinomiais. Para a escolha dos modelos de regressão foram adotados os critérios de significância dos estimadores dos parâmetros até 10 % de probabilidade, ajuste do modelo (R^2) e comportamento biológico justificável.

Tanto para as análises dos dados de material vegetal, quanto as de solo, adotou-se o esquema de parcela subdividida no tempo, sendo as parcelas constituídas pelas adubações e as subparcelas as épocas de coleta do material vegetal (60, 120, 180 e 240 dias) ou solo (120, 180 e 240 dias). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAEG, versão 8.0 (SAEG, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de frutos

A análise de variância dos dados de produção indicou efeitos significativos das doses de P e K via adubação mineral com superfosfato simples (18 % de K_2O) e com cloreto de potássio (58 % de P_2O_5), sem, contudo apresentar resposta significativa da adubação orgânica (40 L planta⁻¹), quando comparado com a testemunha (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância da produção de frutos em função da adubação fosfática (30, 60, 120 e 240 g planta⁻¹) e potássica (30, 60, 120 e 240 g planta⁻¹) com duas testemunhas (uma adubação orgânica (ORG), 40 L planta⁻¹ e uma sem adubação (SAD))

Fonte Variação	GL	Quadrado Médio
Bloco	1	327,4324**
Fósforo (P)	3	805,2303 °
Potássio (K)	3	587,7878
P x K	9	1768,278 **
Fatorial vs tests	1	4,7098
ORG vs SAD	1	693,2662
K d / P30	3	3541,234 **
K d / P60	3	1435,372 **
K d / P120	3	99,52594
K d / P240	3	816,4907 *
P d / K30	3	1086,329 **
P d / K60	3	1270,172 *
P d / K120	3	3524,386 **
P d / K240	3	229,1781
Resíduo	17	253,2265

**, *, ° : significativo a 1, 5 e 10 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

O fornecimento dos nutrientes essenciais via fertilização mineral é prática corrente entre fruticultores, principalmente quando a cultura explorada faz parte de um empreendimento voltado para a maximização do potencial produtivo.

Em explorações que seguem o princípio extrativista a falta de domesticação da espécie é a principal razão da baixa expressão econômica da cultura, condição essa típica da cajazeira. Nesse aspecto, a adubação, seja mineral ou orgânica, tem papel de destaque nos trabalhos que visam produções rentáveis.

Observa-se na Figura 1, que a produção de frutos da cajazeira alcançou seu valor máximo (84,29 kg planta⁻¹) quando aplicado ao solo a dose de 148,06 e 30 g planta⁻¹ de K₂O e P₂O₅, respectivamente.

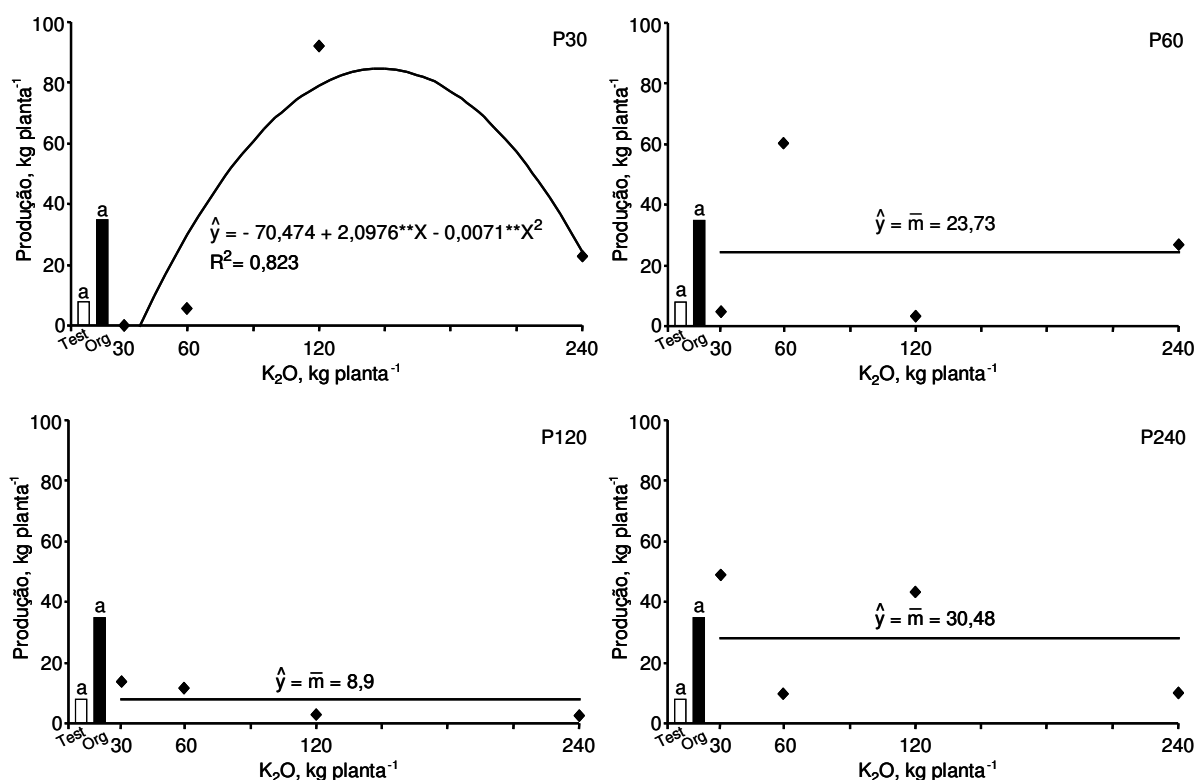


Figura 1. Produção de frutos da cajazeira, em função da adubação potássica, nas diferentes doses de P (30, 60, 120 e 240 g planta⁻¹). **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste t. Areia, PB. 2007.

A adubação potássica é importante, particularmente quando o objetivo é produzir para o mercado in natura, pois sua deficiência pode acarretar uma série de distúrbios fisiológicos, como queda excessiva dos frutos por senescência (Costa et al., 2004; Martins et al., 2000 e Monteiro e Mexia, 1988); alteração na acidez e diminuição do tamanho dos frutos (Sobral et al., 2000; Carvalho et al., 1991; Fontes et al., 2000; Euzébio Filho, 2000; Cecílio Filho e Grangeiro, 2004).

Variando as doses de P em diferentes níveis de K (Figura 2), não foi possível encontrar a máxima eficiência física da cultura, sendo constatada apenas uma resposta linear da produção da cajazeira na dose de 30 g planta⁻¹ de K₂O.

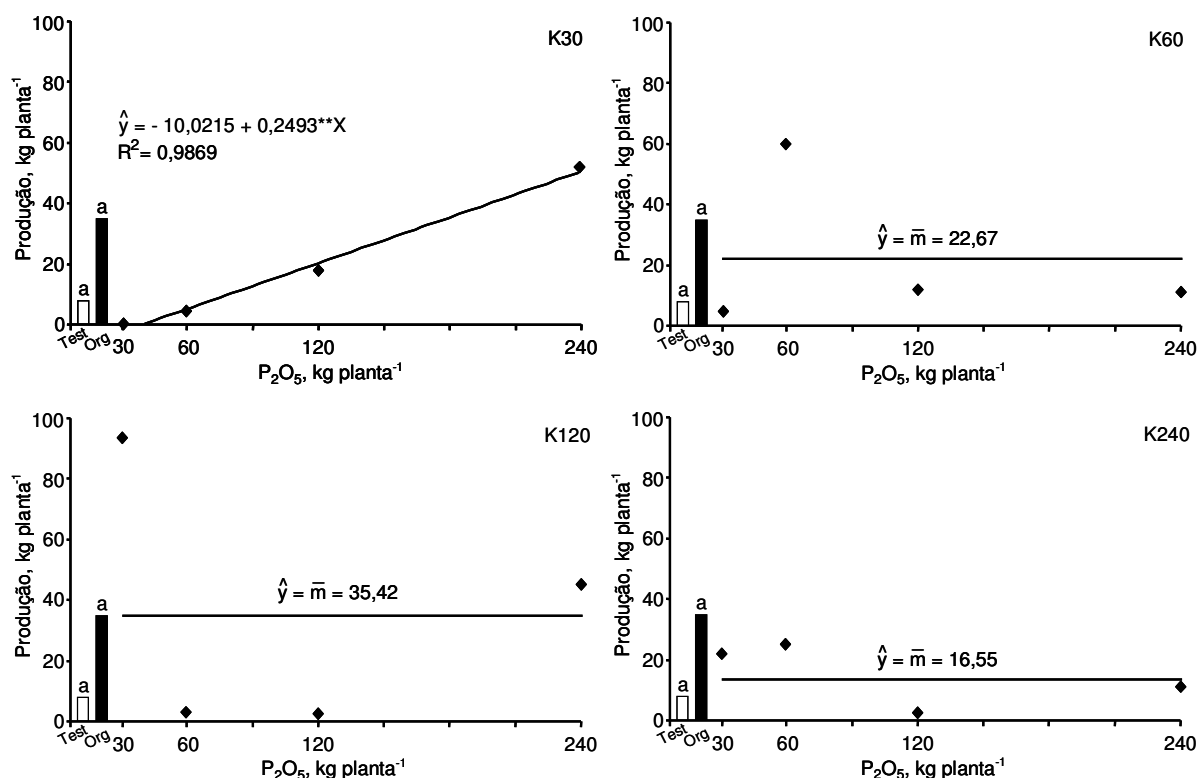


Figura 2. Produção de frutos da cajazeira, em função da adubação fosfática, nas diferentes doses de K (30, 60, 120 e 240 g planta⁻¹). **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste t. areia, PB. 2007.

Embora seja observado um menor requerimento do P, quando comparado com o K, para várias frutíferas (Lima et al., 1998; Avilan et al., 1981 e Silva et al., 1984), este tem papel preponderante na floração (Carvalho et al., 2001) e

maturação dos frutos (Hartz et al., 1999; Kinet e Peet, 1997; Marreiros e Paquete, 1995).

Em vista do exposto, pode-se limitar drasticamente a produção, quando o seu teor no solo for baixo (Quaggio, 1996), desta forma é necessário manter as concentrações suficientes no solo, não somente o P, mas todos os outros nutrientes. Uma vez, que adubação balanceada permite que a planta expresse seu potencial produtivo em quantidade e qualidade, tenha boa resistência a pragas e doenças, mas na maioria das vezes, esses nutrientes têm que ser adicionados ao solo, pois o mesmo não os contém naturalmente nas quantidades suficientes e, para isso, é necessário que se saiba quanto aplicar para se obter o retorno econômico esperado.

4.2. Teores foliares dos macronutrientes

A análise de variância dos teores dos macronutrientes nas folhas, em resposta a adubação fosfatada (30, 60, 120 e 240 g planta⁻¹) e potássica (30, 60, 120 e 240 g planta⁻¹), evidenciou efeitos significativos nas diferentes épocas de amostragem (Tabela 2).

Dentre os fatores decisivos para a elaboração de um programa de adubação adequado, está a determinação de épocas de amostragem do tecido vegetal. Esta determinação, que visa o diagnóstico do estado nutricional da planta, requer atenção na época da coleta, pois uma amostragem inadequada pode comprometer todas as recomendações feitas, com base na análise química (Veloso et al., 2004).

A distribuição dos nutrientes minerais na planta e em cada uma de suas partes não é homogênea, e, mesmo ao longo da folha, podem-se observar teores diferenciados, mostrando a necessidade da padronização das amostras (Jones et al., 1991). Sendo verdade que a folha é o órgão que reflete melhor o estado nutricional, não é qualquer folha que o faz: como regra colhe-se para análise folha recém-madura numa dada época da vida da planta.

Foram observadas na Figura 3 tendências crescentes para os teores dos nutrientes nas folhas da cajazeira, ao longo do período amostral, exceto para o Ca, que apresentou decréscimo na sua concentração a partir dos 120 dias de amostragem, enquanto para o Mg não houve diferença significativa. A exemplo dos nutrientes N, P e K, Salomão et al., (2006), obtiveram resultados semelhantes

para a Lichieira, onde a concentração de todos os elementos aumentou ao longo de todo o ano, a exceção do período de desenvolvimento dos frutos.

A baixa variação dos teores de N sugere-se que seja resultante do período reprodutivo das plantas, uma vez que é bastante móvel. Não sendo possível verificar as oscilações entre as fases vegetativa e reprodutiva das plantas, uma vez que a última fase citada ocorreu durante todo o período experimental. Este fato é reportado por Menzel et al., (1988), onde observaram que a frutificação tem forte efeito sobre a concentração de nutrientes móveis nas folhas, mas nem sempre ocorre redução nos níveis de N.

O acúmulo nas folhas de P e K, pode ser reflexo da adubação realizada no período antes das amostragens, cujo parcelamento se deu de novembro a janeiro, coincidindo com a primeira amostragem (60 dias), visto que os nutrientes ainda não se encontravam na forma disponível as plantas (Figura 3).

A cajazeira possui alguns aspectos bastante comuns às plantas de ambientes savanizados, a exemplo, do ritidoma característico de processos de escleromorfismo. No que tange esta observação Leitão e Silva, 2004, afirmam que estas características podem atuar no sentido de impedir ou dificultar a perda de nutrientes via cutícula foliar através da lavagem pelas águas das chuvas; além disto, a eficiência na retranslocação de nutrientes parece contribuir para a manutenção do estado nutricional da planta.

As variáveis analisadas permitiram considerar a amostragem aos 240 dias, como a mais indicada para a observação dos teores dos macronutrientes P e K nas folhas da cajazeira (Tabela 2). Considera-se de menos importante a variação nos teores de P dos 180 aos 240 dias em relação ao K, porém essa diferença nos teores do K denota grande significância, uma vez que passa a apresentar um incremento de quase 5 g kg^{-1} da terceira época de amostragem para a seguinte. Sendo assim, a última amostragem (240 dias) representa para o conjunto dos macronutrientes P e K, ser a mais representativa para o estágio fenológico que se encontravam (reprodução).

Observa-se na Figura 4, que os teores de N nas folhas não apresentaram diferenças significativas, independente das épocas de amostragem, e as doses de P e K aplicadas, tendo estas uma amplitude de variação de $15,15$ a $18,0 \text{ g kg}^{-1}$, aos 120 e 240 dias respectivamente. A falta de resposta deve-se essencialmente à ausência de N nas formulações dos adubos fosfáticos e potássicos.

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas da cajazeira (*Spondias mombin* L.) em função da adubação fosfática (30, 60, 120 e 240 g planta⁻¹) e potássica (30, 60, 120 e 240 g planta⁻¹) com duas testemunhas (uma adubação orgânica (ORG), 40 L planta⁻¹ e uma sem adubação (SAD)), em diferentes épocas de coleta (60, 120 180 e 240 dias)

Fonte de Variação	GL	N	P	Quadrado Médio K	Ca	Mg
Bloco	3	84,5734**	1,6312**	14,5276*	37,5462*	3,8376**
Fósforo (P)	3	9,0527	0,2495	4,4865	19,3927	0,2470
Potássio (K)	3	3,2287	0,4516	6,1303	12,4908	0,9922
P x K	9	5,5998	0,5200	3,4581	10,2803	0,1530
Fatorial vs tests	1	4,1046	0,0852	2,5406	3,7564	0,1787
ORG vs SAD	1	3,6721	0,1360	0,3043	0,0238	0,7008
Erro "A"	51	8,2367	0,3445	3,6823	12,3095	0,5328
Coleta (COL)	3	99,4143**	11,7968**	406,0511°	71,4139*	0,6401
TRAT x COL	51	9,0000	0,3539	3,9724	12,6369	0,2686
60 dias						
P	3	1,4664	0,285674	0,201704	24,18817°	0,334987
K	3	5,6821	1,421928**	0,8405550	6,629485	0,2481488
P x K	9	7,3709	0,7472426	1,2085546	5,630145	0,2824483
Fatorial vs tests	1	28,7791°	1,9895*	12,2022°	0,1383	0,2725
ORG vs SAD	1	8,1003	0,0513	0,1541	1,2868	0,0070
120 dias						
P	3	5,37851	0,9731E-02	4,882517	80,7671**	0,1651015
K	3	9,05848	0,1563995	0,7731707	36,0681**	0,584601E-1
P x K	9	2,47206	0,1038054	0,8958672	29,1614**	0,1017267
Fatorial vs tests	1	0,4454	0,0117	1,7814	4,4569	0,0368
ORG vs SAD	1	0,9800	0,3045	0,0346	0,2856	0,0348
180 dias						
P	3	11,3351	0,4254558	2,458625	0,666079	0,2049123
K	3	15,52050	0,1471088	0,1048798	1,370212	0,1943638
P x K	9	9,50396	0,18488853	0,8022718	1,628487	0,3339878
Fatorial vs tests	1	10,9616	0,2963	3,2604	4,0040	0,1928
ORG vs SAD	1	29,0132°	0,0236	0,1131	0,0685	0,5799
240 dias						
P	3	15,7342	0,4149270	8,835326°	4,810404	0,3565001
K	3	4,12736	0,6666192°	15,82147**	1,061630	1,306015**
P x K	9	5,61565	0,4049746	11,29459**	2,558907	0,2759129
Fatorial vs tests	1	44,0288*	0,5722	32,1141**	7,2256	0,8244
ORG vs SAD	1	28,9751°	0,0127	0,9475	0,4182	0,4130
Resíduo	162	9,7939	0,3069	3,4333	11,6016	0,3125

**, *, °: significativo a 1, 5 e 10 %, respectivamente, pelo teste F.

O Teor de N obtido foi consoante com o encontrado por Silva et al. (1984), de 17 g kg^{-1} em folhas de ramos com frutos, e em folhas de umbuzeiro de 29 g kg^{-1} .

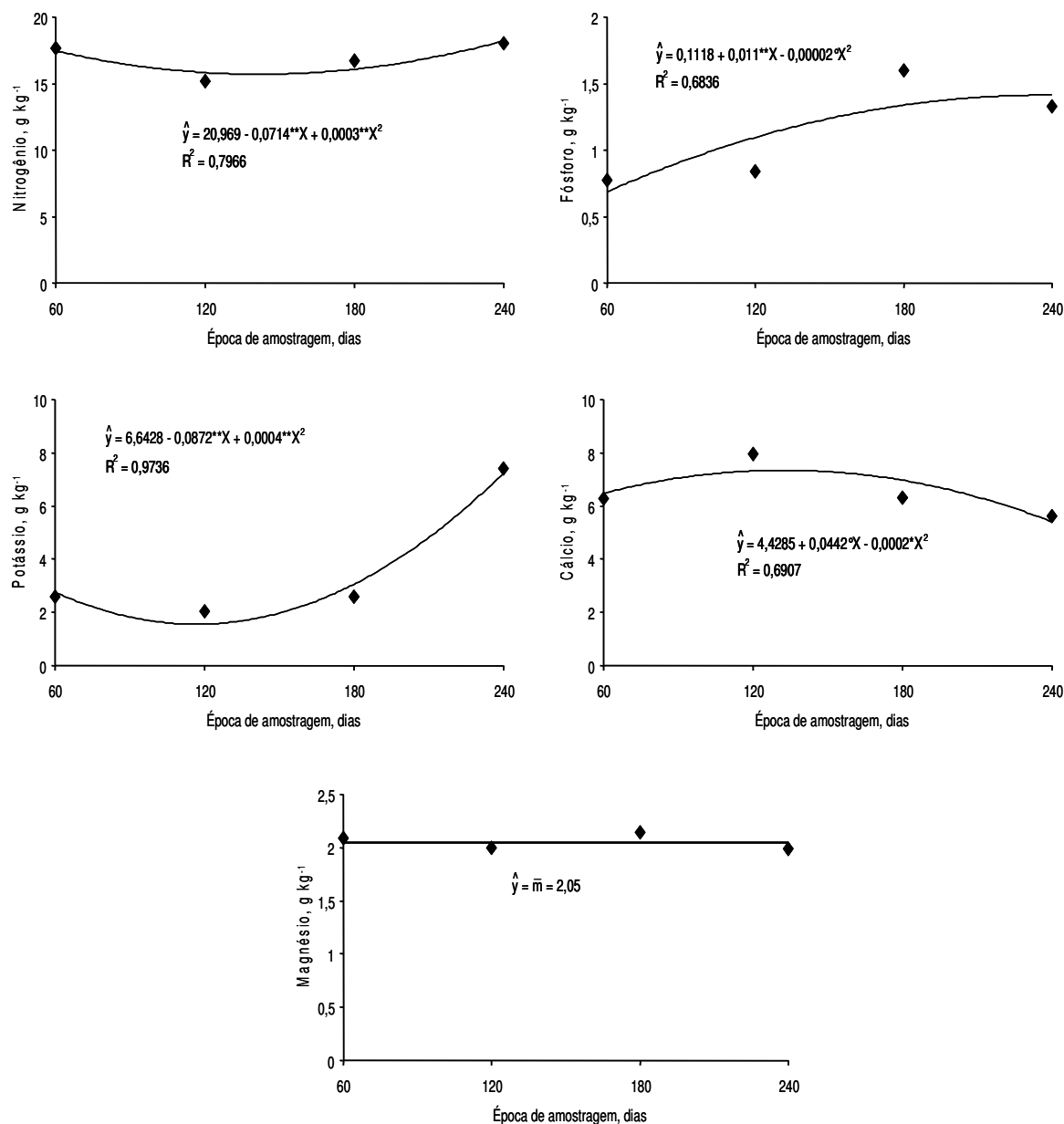


Figura 3. Teores dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg em folhas da cajazeira, nas diferentes épocas de amostragem (60, 120, 180 e 240 dias). **, *, ° : significativo a 1, 5 e 10 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. Areia, PB. 2007.

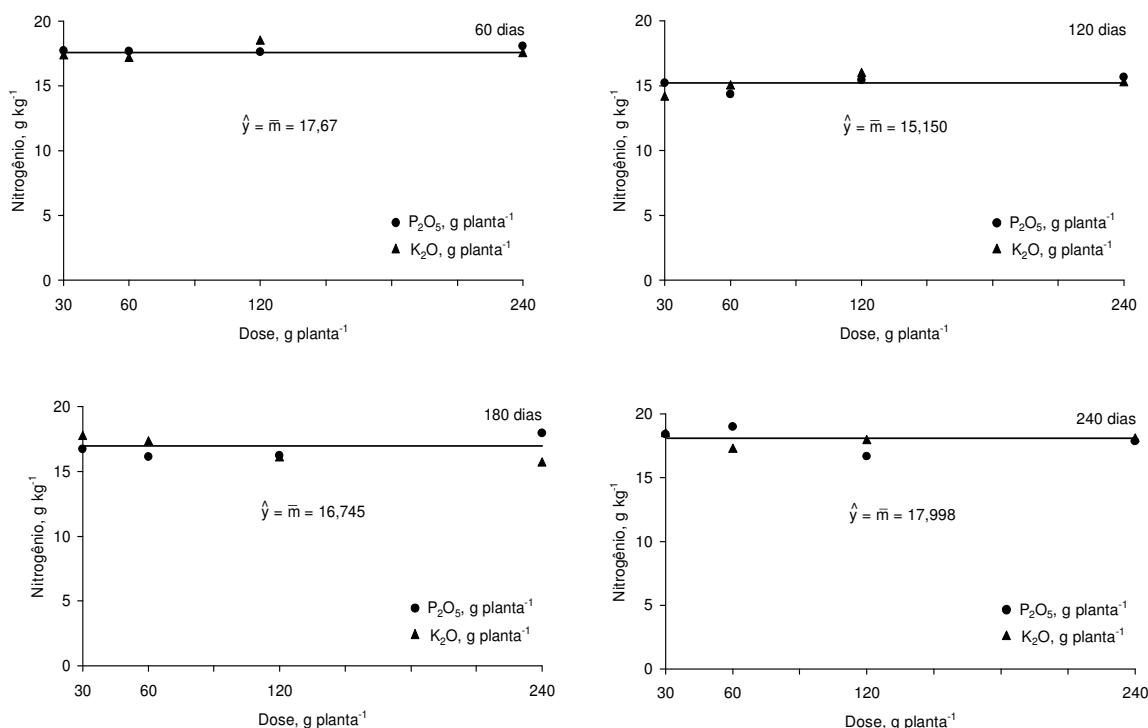


Figura 4. Teores de N, na massa seca das folhas da cajazeira aos 60, 120 180 e 240 dias após aplicação das doses de K₂O e P₂O₅, g planta⁻¹ (30, 60, 120 e 240). Areia, PB. 2007.

Por coincidir com a época reprodutiva das plantas este comportamento do N, provavelmente, foi devido à sua alta mobilidade no floema (Silva et al., 1998), podendo ser retranslocado prontamente para os locais de intensa atividade metabólica, tais como a inflorescência (Marschner, 1995).

Resultados semelhantes foram encontrados por Bruckner et al., 2002, onde no momento de maior pico de florescimento e produção de frutos do maracujazeiro os teores de N se encontravam bem a baixo da faixa considerada adequada, provocado por forte efeito de diluição deste nutriente nos tecidos.

Para o P nos tecidos foliares (Figura 5) observa-se que a maior concentração (1,86 g kg⁻¹), do elemento foi obtida aos 240 dias com a aplicação de 30 g de P₂O₅ e 240 g K₂O. Nota-se que a crescente adição de K₂O é a responsável direta pelo incremento nos teores foliares do nutriente analisado (P), enquanto, que na medida em que se aumentam as quantidades aplicadas de P₂O₅ no solo, a concentração do nutriente em questão não foi influenciada.

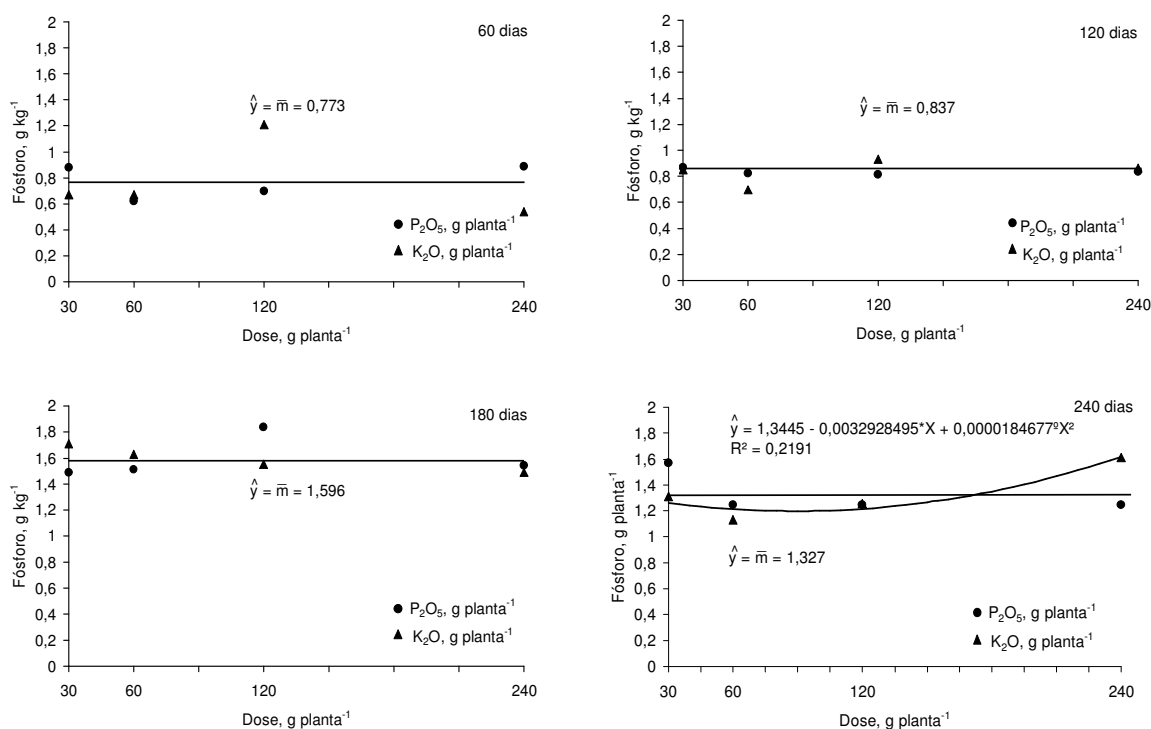


Figura 5. Teores de P na massa seca das folhas da cajazeira aos 60, 120 180 e 240 dias após aplicação das doses de K₂O e P₂O₅, g planta⁻¹ (30, 60, 120 e 240). Areia, PB. 2007.

Resultados semelhantes obtido por Brizola et al. (2005), ao estudar os teores de fósforo nas folhas de *Ficus carica* L. observaram efeito linear crescente pelas doses de potássio aplicadas em cobertura.

Nas demais épocas de amostragem não houve diferenças significativas para a concentração de P nas folhas da cajazeira.

A maior concentração de K nos tecidos foliares (9,14 g kg⁻¹) foi observada aos 240 dias de amostragem (Figura 6), quando aplicados as dosagens máximas de ambos os fertilizantes estudados. Brizola et al. (2005), obtiveram resultados semelhantes onde os teores de potássio nas folhas *Ficus carica* L. mostraram um comportamento linear crescente em relação aos níveis de adubação potássica.

O teor médio de K no solo antes da aplicação dos fertilizantes era de 18,39 mg dm⁻³ (Tabela 1), embora o teor de K disponível no solo seja considerado baixo, talvez tenha sido o principal motivo para a baixa resposta ao K₂O aplicado.

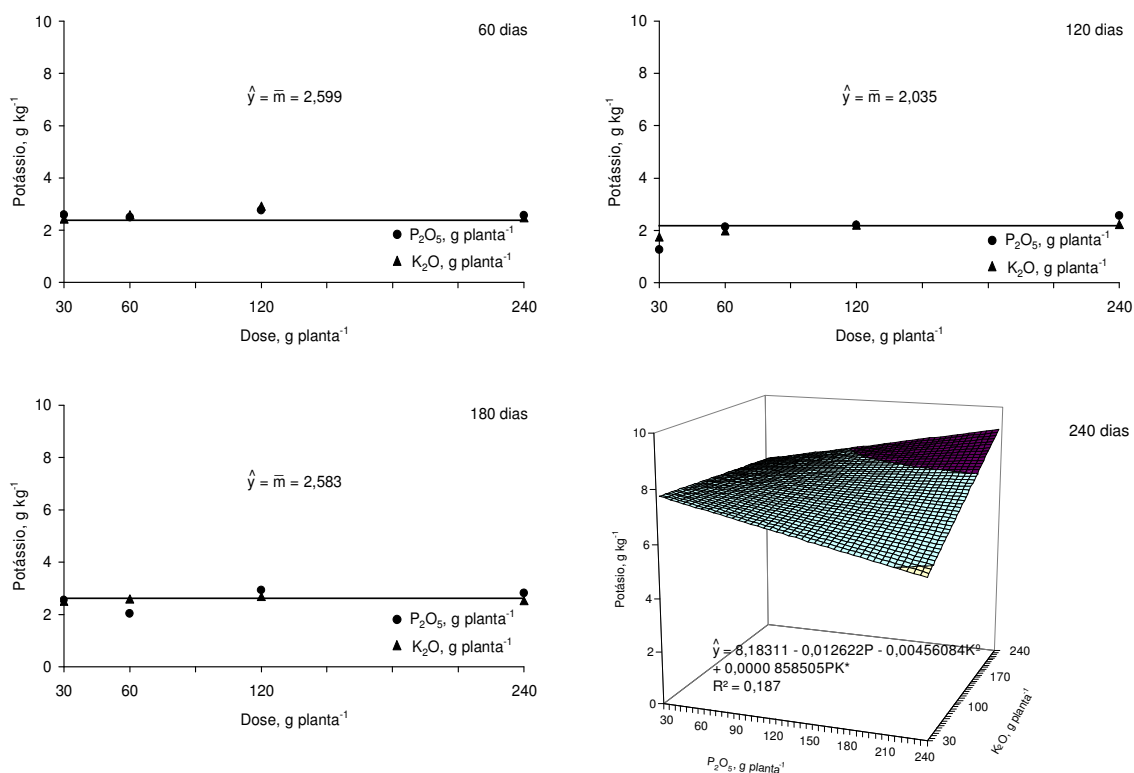


Figura 6. Teores de K na massa seca das folhas da cajazeira aos 60, 120 180 e 240 dias após aplicação das doses de K₂O e P₂O₅, g planta⁻¹ (30, 60, 120 e 240). Areia, PB. 2007.

Para as demais coletas (60, 120 e 180 dias), não houve diferença estatística entre as médias dos teores foliares.

Segundo Raij (1990) e Malavolta (1979), a baixa concentração de K nos tecidos foliares, estaria associada a sua alta mobilidade celular o que resultaria em efeito de translocação para outras partes da planta ou ainda mesmo em folhas cuja ontogenia seria diferente das utilizadas para as análises (folhas de idade mediana).

A produção fora de época de frutos das plantas, as quais produziram durante todo o período experimental pode ser responsável pela não significância dos teores encontrados nas folhas, uma vez que estariam sendo utilizados na formação dos frutos, fazendo com que o potássio fosse utilizado em sua grande maioria para esses fins (Silva et al., 1999; Nascimento et al., 1989).

Aos 120 dias o teor de cálcio se mostrou significativo em resposta ao P₂O₅ e K₂O aplicados no solo (Figura 7). A concentração do nutriente aos 120 dias tendeu a aumentar ao passo que elevou-se as doses de K₂O na presença

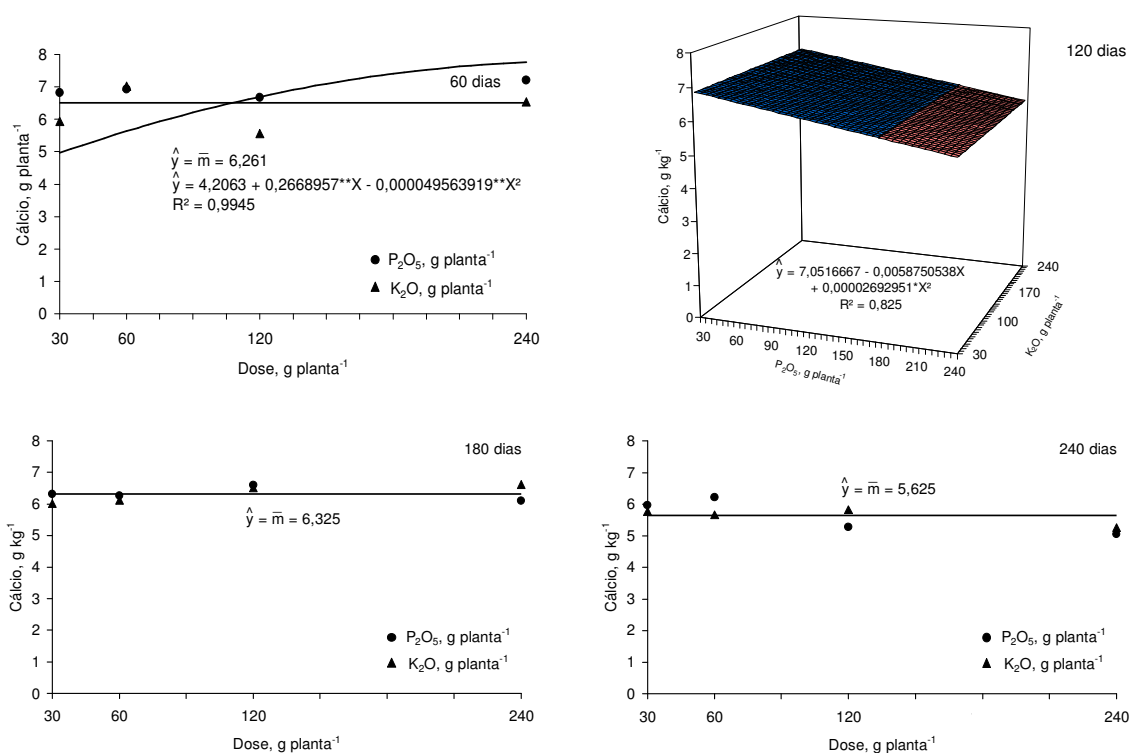


Figura 7. Teores Ca na massa seca das folhas da cajazeira aos 60, 120 180 e 240 dias após aplicação das doses de K_2O e P_2O_5 , g planta⁻¹ (30, 60, 120 e 240). Areia, PB. 2007.

das menores doses de P_2O_5 , e aos 60 dias a concentração aumentava em resposta ao acréscimo nas doses de P_2O_5 .

Tal constatação vem em oposição ao antagonismo descrito por Malavolta (1976), que se refere à inibição competitiva existente entre K e o Ca no processo de absorção. Por outro lado, de acordo com os resultados para as demais épocas de amostragem a presença de K pode ter desfavorecido a absorção de Ca, pois conforme Raji (1991), em alta disponibilidade de K a absorção de Ca é afetada.

De acordo com Malavolta e Violante Netto (1989), é quase impossível encontrar teores elevados dos dois nutrientes na matéria seca da parte aérea. Souza et al. (2006), verificaram em mudas de ipê-roxo que a ausência de K favoreceu a absorção de Ca. Enquanto Veloso et al. (2001), observou que a adubação potássica reduziu o teor de Ca nas folhas de abacaxizeiro.

O nutriente Mg não demonstrou efeito significativo com a adição dos tratamentos (Figura 8). Provavelmente a baixo teor de Mg existente no solo aliado ao antagonismo clássico entre este e o elemento K, pode ser a razão da não signi

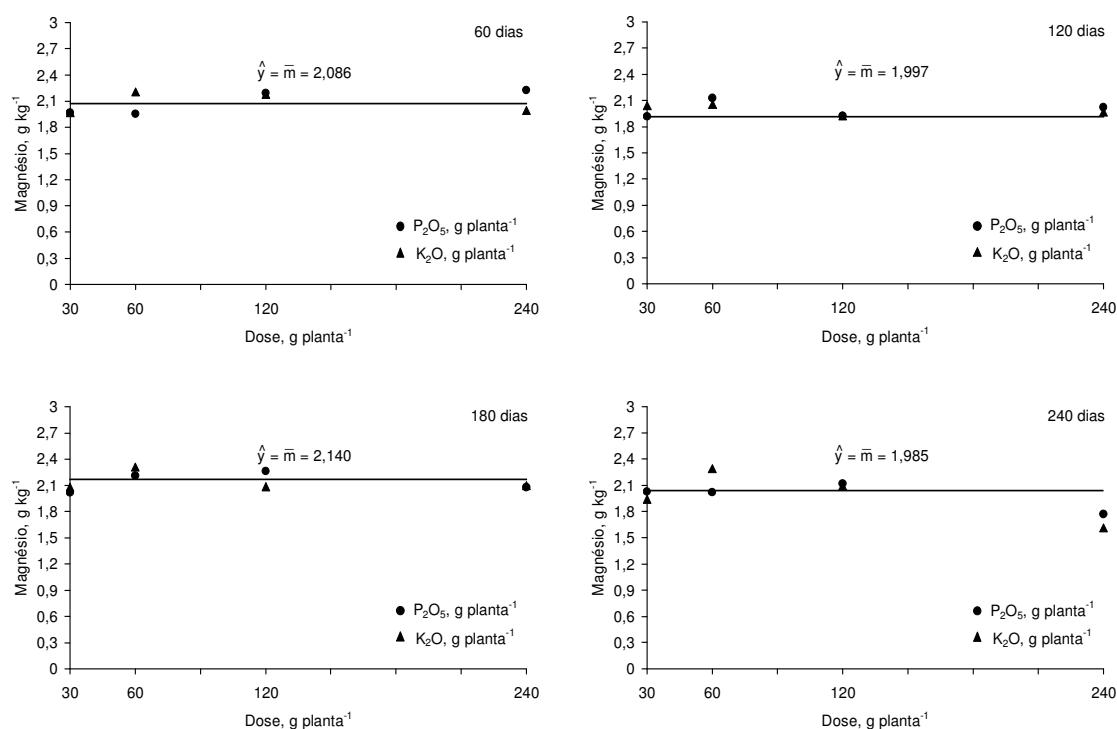


Figura 8. Teores de Mg na massa seca das folhas da cajazeira aos 60, 120, 180 e 240 dias após aplicação das doses de K₂O e P₂O₅, g planta⁻¹ (30, 60, 120 e 240). Areia, PB. 2007.

cância. Resultado semelhante foi obtido por Brizola et al. (2005), onde verificaram que o aumento nos níveis de potássio em cobertura provocou decréscimo nos teores de magnésio nas folhas de figueira.

Um fato observado por Filho et al. (2006), quando aplicou 570 kg ha⁻¹ de K, foi o antagonismo entre este nutriente e o magnésio, o que resultou em baixa concentração de Mg nas folhas de graviola.

De acordo com Malavolta et al. (1997), o aumento das doses de K promove decréscimo mais acentuado da acumulação do Mg nas folhas, evidenciando o antagonismo existente entre K e o Mg. Neste sentido, os autores afirmam existir uma inibição competitiva entre ambos os nutrientes nas plantas em geral.

Na Figura 9, os teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de cajazeira aos 60, 120, 180 e 240 dias após a adubação orgânica, observa-se uma diferença significativa nos teores de N (g kg⁻¹) aos 180 e 240 dias de amostragem, cujo tratamento orgânico apresentou-se superior.

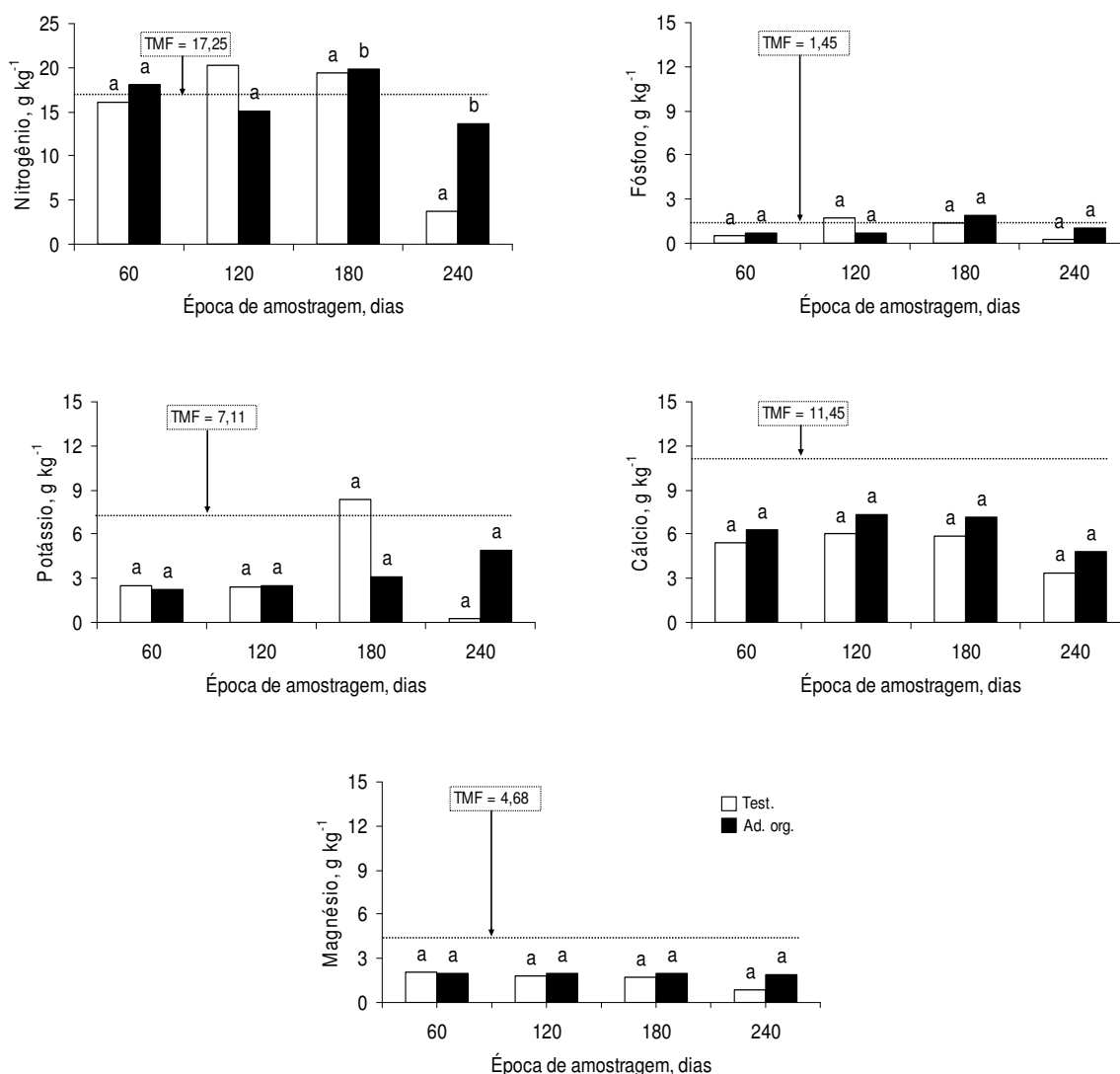


Figura 9. Teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de cajazeira (*Spondias monbim* L.) aos 60, 120, 180 e 240 dias após a adubação orgânica (composto orgânico 40 L planta⁻¹). TMF= teores médios foliares em plantas colhidas na região. Areia, PB. 2007.

Provavelmente o comportamento do N decorreu devido o aumento da fauna microbiana no momento da aplicação do composto orgânico, necessitando assim, de maiores quantidades de C e N para a constituição da sua estrutura, com isso o N adicionado através do composto orgânico (210 g) ficou imobilizado pelos organismos do solo. Com a morte das células microbianas, ocorre a mineralização do nitrogênio e torna - o disponível as plantas da cajazeira. Diante disto, se faz necessário a aplicação do composto orgânico antecipadamente, prevendo a sua liberação no momento de maiores necessidades do elemento

pelas plantas. Conforme com Gava et al. (2003), objetivando avaliar a utilização do nitrogênio mineralizado da palhada, concluiu que os maiores acúmulos de nitrogênio na planta, proveniente da palhada, ocorreram no final do ciclo da cultura da cana-de-açúcar.

Vargas e Scholles (1998), dizem que mudanças no sistema de cultivo refletem na biomassa microbiana do solo, que responde por grande parte da dinâmica de decomposição do material orgânico. Quando há pouca mobilização do solo, existe tendência de menor disponibilidade de nutrientes pela redução da mineralização dos resíduos vegetais e aumento da imobilização pela biomassa microbiana.

Leite et al. (2003), observaram que a prática da adubação orgânica aumenta os estoques de C orgânico e N total, em relação aos sistemas de produção com adubação mineral ou mesmo sem adubação, o que posiciona como uma estratégia de manejo importante à conservação da qualidade do solo.

Quanto aos teores de P, K, Ca e Mg, estes não foram significativos em todas as épocas de amostragem. Provavelmente os teores destes elementos contidos no composto adicionado não foram suficientes para influenciar os teores foliares da cajazeira. De acordo com Fernandes et al. (2004), uma das limitações na adubação orgânica é a baixa concentração de nutrientes nos adubos em relação à quantidade exigida pela maioria das plantas. Essa situação resulta na aplicação de grandes quantidades de materiais orgânicos para suprir as necessidades das culturas. Por outro lado, os adubos orgânicos promovem a melhoria física do solo como aumento da sua porosidade melhorando sua aeração e infiltração, o que leva a uma maior dinâmica da água que pode se refletir na lixiviação de algum nutriente como potássio e magnésio.

A linha tracejada corresponde ao TMF, onde os teores de nitrogênio foram semelhantes aos obtidos no experimento. Para o P, estes teores foram similares apenas aos 180 dias, sendo inferiores nas demais épocas de amostragem. Para os nutrientes potássio, cálcio e magnésio esses TMF foram no geral inferiores.

A dinâmica na fertilidade do solo ocorrente nestes sistemas naturais, possivelmente acaba dispondo boas quantidades destes nutrientes, fazendo com que se tornem superiores quando comparados com o tratamento orgânico.

4.3. Teores de P e K no solo

Os teores de P e K no solo apresentaram aumento expressivo com a adição dos tratamentos (Figura 10). As variações encontradas para o teor de P no solo entre a testemunha e a maior dose foi de (9 e 11,782 mg dm^{-3}) e (5,33 e 12,026 mg dm^{-3}) aplicada nas profundidades de 0 – 20 e 20 – 40 cm, respectivamente. Para os teores de K essas diferenças foram de 19,707 para 47,672 mg dm^{-3} na profundidade de 0 – 20 cm e de 25,67 para 51,386 mg dm^{-3} de 20 – 40 cm.

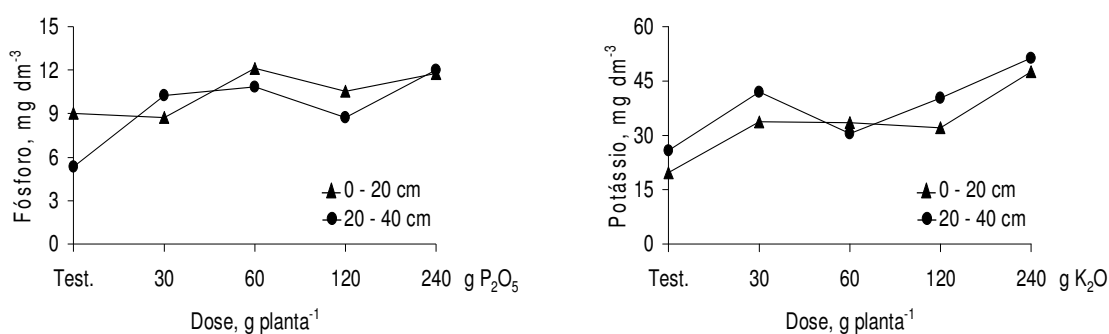


Figura 10. Variação dos teores de P e K no solo em resposta as doses de 30, 60, 120, 240 g planta^{-1} de P_2O_5 e 30, 60, 120, 240 $\text{g K}_2\text{O}$ nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, comparados a testemunha absoluta. Areia, PB. 2007.

Os elementos apresentaram acréscimo simultâneo em ambas as camadas de solo. Porém, os maiores aportes do elemento K ficaram retidos na camada de 20 - 40 cm. Rosolem et al. (2003), também observaram que o aumento da dose de K aplicada propiciou aumento linear no teor de K trocável no solo.

A maior concentração de P no solo na camada de 0 - 20 cm foi de 11,782 mg dm^{-3} quando aplicada a maior dose (240 g planta^{-1} de P_2O_5), este valor é considerado baixo, não sofrendo grandes alterações no seu teor com a aplicação dos tratamentos, variando de um valor considerado muito baixo (3,99 mg dm^{-3})

para baixo (Tabela 1). Observa-se o mesmo comportamento para P na camada de 20 – 40 cm.

Sugere-se também, que os baixos teores do elemento apresentado, podem está associado á importância deste nos processos reprodutivos da planta, este nutriente por ser responsável por múltiplas funções no vegetal o mesmo estaria sendo empregado nesta fenofase, uma vez que as plantas produziram frutos durante todo o período experimental, Carvalho et al., 2001, observou um importante papel do fósforo na floração de frutíferas.

Os teores de potássio seguiram a mesma tendência de comportamento do fósforo, sendo seus teores considerados baixos mesmo após a aplicação dos tratamentos.

Fernandes (2006), ressalta que resultados de pesquisas em solos brasileiros não tem acentuada resposta a fertilização com esse nutriente e as plantas tendem a responder á adubação potássica quando o solo apresenta baixo teor do nutriente. Isso se deve, provavelmente, a fatores como teores de K prontamente disponíveis as plantas em valores adequados no solo, presença de minerais fontes de K, contribuição de formas não trocáveis do elemento, entre outros.

Portanto, a aplicação parcelada do K atingiu o resultado esperado, uma vez que, apesar de ser considerado um elemento de alta mobilidade no solo apresentou comportamento semelhante ao do P, que é considerado um elemento pouco móvel no solo.

Com isso faz-se necessário o parcelamento das doses para reduzir a lixiviação deste nutriente, de forma que ao final do ciclo, os teores sejam suficientes. Uma vez que a textura do solo estudado é classificada como arenosa, é evidenciado o fato do potássio se perder por lixiviação, onde são carreados ao longo das camadas do solo. Segundo (Rosolem et al., 2003; Rosolem et al., 2006; Rosolem, 1997 e Raji et al., 1991), o manejo adequado da adubação potássica, no que diz respeito à quantidade de adubo a ser aplicada, é importante do ponto de vista econômico e ambiental, visto que o excesso pode prejudicar o rendimento das culturas, bem como, elevar as perdas por ser altamente móvel no solo.

5. CONCLUSÕES

- A maior produção de frutos ($84,29 \text{ kg planta}^{-1}$) foi em resposta às doses de $148,06$ e 30 g planta^{-1} de K_2O e P_2O_5 , respectivamente;
- A coleta de folhas para quantificar os teores de P e K nas folhas da cajazeira deve ser aos 240 dias.
- Os maiores teores foliares para o P e K foram obtidos quando aplicadas as maiores doses dos respectivos elementos no solo;
- A cajazeira respondeu positivamente a adubação orgânica;
- A adubação fosfática e potássica elevaram os níveis de fósforo e potássio no solo nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o melhor entendimento dos fatores analisados no presente estudo, algumas considerações devem ser alçadas:

Por ser o primeiro ano de adubação, espera-se um acréscimo na produtividade na próxima safra (ano 2007/2008), pois a cultura tendeu a responder melhor a adubação nos períodos finais de avaliação. Neste sentido, as novas avaliações que serão realizadas, certamente, deverão apresentar respostas mais expressiva, possibilitando uma melhor caracterização das exigências nutricionais da cajazeira;

Dado a importância da cajazeira, cujo valor para as regiões de sua ocorrência natural é notória, e, principalmente, face às respostas encontradas no presente trabalho, torna-se imperioso o desenvolvimento de novos trabalhos que busquem respostas às exigências nutricionais da cultura o que possibilitará uma melhor orientação a produtores que buscam a sistematização da produção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJAO, A. O.; SHONUKAN, O.; FEMI-ONADEKO, B. Antibacterial effect of aqueous and alcoholic extracts of *S. mombin* and *Alchornea cordifolia* – two local antimicrobial remedies. *International Journal of Crude Drug Research*, v.23, n.2, p.67-72, 1985.
- ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu, com e sem sementes, na região da Amazônia central. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v. 26, n. 2, agos. 2004.
- ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, N. B.; REZENDE, G. M. Influência do período de armazenamento das sementes de umbuzeiro na germinação e no desenvolvimento da plântula. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa-MG, v. 26, n. 2, p. 36-39, 2001.
- AVILAN, L. R.; LABOREN, G. E.; FIGUEIROA, M.; RANGEL, L. Exportación de nutrientes por una cosecha de guanabana (*Annona miricata* L.). *Agronomía Tropical*, Maracay: v. 31, n. 1-6, p. 301-307, 1981.
- BRADY, N.C. *Suprimento e assimilabilidade do fósforo e do potássio*. In: *Natureza e propriedade dos solos*. 7. ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989. p. 373-413.
- BRIZOLA, M. R. O.; LEONEL, S.; TECCHIO, M. A.; HORA, R. C. da. Teores de macronutrientes em pecíolos e folhas de figueira (*Ficus carica* L.) em função da adubação potássica. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 29, n. 3, p. 610-616, maio/jun. 2005.
- BRUCKNER, C. H.; ARAUJO, R. da C.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C.C.; ALVAREZ, V. H.; DIAS, J. M. M.; SOUZA, J. A. Teores de nutrientes no maracujazeiro amarelo relacionados as melhores características de produção e qualidade de frutos, em resposta a nutrição de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2002, Belém-PA, *Anais...* Belém: 2002. CD-ROM.
- CARVALHO, J. G.; NEVES, O. S. C.; FERNANDES, V. B. Teores de micronutrientes em mudas de umbuzeiro cultivadas em solução nutritiva, em função de dose de NaCl. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2003, Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto: 2003. CD-ROM.
- CARVALHO, A. J. C.de; MARTINS, D. P.; MONNERAT, P. H.; BERNARDO, S.; SILVA, J. A da. Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-amarelo associados à estação fenológica, adubação potássica e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v. 23 n. 2, Agos. 2001.
- CARVALHO, M.M.; MARTINS, C. E.; VERNEQUE, R. S.; SIQUEIRA C. Resposta de uma espécie de seringueira com nitrogênio e potássio em solo ácido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa – MG, vol.15, p. 195-200, 1991.
- CAVALCANTI, N. de B.; REZENDE, G. M.; BRITO, L. T. Emergência e crescimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*, arr. Câm.) em diferentes

substratos. *Revista Ceres*, v. 49, n. 282, p. 97-108, 2002.

CECILIO FILHO, A.B.; GRANGEIRO, L. C. Qualidade de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v. 28, n. 3, p. 570-576, maio/jun., 2004.

CORREIA, M.E.F. & ANDRADE, A.G. *Formação de serapilheira*. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.197-225.

COSTA, C. C.; CECILIO FILHO, A. B.; CAVARIANNI, R. L.; BARBOSA, J. C. Concentração de potássio na solução nutritiva e a qualidade e número de frutos de melão por planta em hidroponia. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 731-736, mai. /jun., 2004.

COSTA, M.B.B. DA; MILANEZ, A.I.; CHABARIBERI, D. *Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para a agricultura*. São Paulo: Ícone, 1986. 102p.

CROMER, R.N., KRIEDEMANN, P.E., SANDS, P.J., STEWART, L.G. Leaf growth and photosynthetic response to nitrogen and phosphorus in seedling trees of *Gmelia arborea*. *Australian Journal of Plant Physiology*, v.20, p.83-98, 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EUZÉBIO FILHO, O. *Calagem, adubação nitrogenada, fosfatada e potássica para melão rendilhado: curvas de resposta*. 2000. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

FERNANDES, M. S. *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432p.

FERNANDES, S. B. V.; UHDE, L. T.; LEICHTWEIS, F. J. Reprodução da fertilidade do solo em sistemas de cultivo de soja orgânica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26, 2004. Lages-SC. *Anais...* Lages. 2004. CD-ROM.

FILHO, R. S. F de H.; SOUZA, V. F. de.; AZEVEDO, B. M. de.; ALCANTARA, R. M. C. M. de.; RIBEIRO, V. Q.; ELOI, W. M. Efeitos da fertirrigação de N e K₂O na absorção de macronutrientes pela graviola. *Rev. bras. eng. ambient.*, Campina Grande, v. 10, n. 1, 2006.

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A.C.; OLIVEIRA, M. W. Recuperação do nitrogênio (15N) da uréia e da palhada por soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.27, n.4, jul. / agos. 2003.

GOEDE, P.B. 'n Vergelyking tussen verrykte organiese bemesting en anorganiese bemesting, en verskillende toedieningstye op mango's t.o.v. produksie, kwaliteit en

ekonomie. Yearbook South African Mango Growers' Association, v.13, p.76-78, 1993.

GOIS, M.P. P.; MELO, A. S.; ARAÚJO, F.P. Influência da adubação fosfatada sobre o desenvolvimento inicial de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2002, Belém-PA, *Anais...* Belém: 2002, CD-ROM.

GRANT, R.F.; ROBERTSON, J.A. Phosphorus uptake by root systems: mathematical modelling in ecosys. *Plant and Soil*, v.188, p.279-297, 1997.

HARTZ, T. K.; GIANINNI, C.; MIYAO, G; VELENCIA, J.; CAHN, M.; MULLEN, R.; BRITTAN, K. Soil cation balance affects tomato fruit color disorders. *Acta Horticulturae*, The Hague, n. 487, p. 49-55, 1999.

IMAS, P. Recent trends in nutrition management in horticultural crops. In: IPI-PRIL-KKV. *Workshop*, 1999, Dapoli. Proceedings. Dapoli, 1999.

INMET- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Net. DADOS CLIMÁTICOS. Disponível em: ☐ HYPERLINK "<http://www.gov.br>". Acesso em: 12/out/2006.

JACOB, J.; LAWLOR, D.W. Stomatal and mesophyll limitations of photosynthesis in phosphate deficient sunflower, maize and wheat plants. *Journal Experimental of Botany*, v.42, p.1003-1011, 1991.

JONES JR., J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. Plant Analysis Handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Athens: Micro-Macro Publishing, 1991. 213p.

KINET, J. M. PEET, M. M. Tomato. In: WIEN, H. C. The physiology of vegetable crops. New York: *CAB Internacional*, 1997. p. 207-258.

LEITÃO, A. C.; SILVA, O. A. Variação sazonal de macronutrientes em uma espécie arbórea de cerrado, na reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi - Guaçu, estado de São, Brasil. *Rodriguésia*, v. 55, n. 84, p. 127-136. 2004.

LEITE, L. F. C. MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, n. 5, 2003.

LIMA, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H.; FEITOSA FILHO, J. C.; ARRUDA, N. T. Teores de NPK nas Folhas e Ramos das Plantas, Casca e Polpa dos Frutos de Cajazeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2002, Belém PA. *Anais...* Belém: 2002. CD-ROM.

LIMA, E. M. de; SILVA, E. E. G. da; CAVALCANTE, L. F. Fenologia de frutificação e aspectos nutricionais da graviola (*Annona muricata* L.) no litoral paraibano. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 15, 1998, Poços de Caldas. *Resumos...* Poços de Caldas: B. S. F, 1998. p. 405.

LIMA, E. M. *Estudo de nutrição mineral, caracterização de plantas e de frutos de cajá (Spondias Mombin L.) em fase de colheita, no Brejo paraibano*. 1995. 62f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Paraíba, Areia. 1995.

LORENZI, H. *Spondias mombin L.* In : *Árvores Brasileira : Manual de identificação e cultivo de plantas Arbóreas Nativas do Brasil*. Org: _____ vol. 1, p. 9, 2ª edição. Nova Odessa-SP. 1998.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas*. Piracicaba: 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. *Importância da adubação na qualidade dos produtos/função dos nutrientes na planta*. In: SÁ, M. C. de.; BUZZETI, S. Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo, 1994. cap. 1, p. 19-44.

MALAVOLTA, E. VIOLANTI NETTO, A. *Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros*. Piracicaba: POTAFÓS - Associação Brasileira para a pesquisa da avaliação da Potassa e Fosfato, 1989. 153p.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 528p.

MALAVOLTA, E. *Nutrição mineral*. São Paulo: USP, 1979. p. 97-113.

MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1976. 528p.

MARREIROS, A. J. C.; PAQUETE, B. C. *A cultura do melão (estufa)*. Ministério da agricultura, Secretaria do Estado da Agricultura/Direção Regional de Agricultura de algarve, 1995. 30p.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plant*. 2 ed. Londron ; San Diego : Academic Press, 1995. 889p.

MARTINEZ, H.E.P. MENEZES, J. F. S.; SOUZA, R. B. de; VENEGAS, V. H. A.; GUIMARÃES, P. T. G. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, p. 703-713, 2003.

MARTINS, G. C.; MELLONI, R.; CARVALHO, J. G. de. Efeito da omissão de micronutrientes no crescimento de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.). FERTBIO, 2000, Santa Maria-RS. *Anais...* CD-Rom.

MELO, V. de F.; CORREA, G. F.; RIBEIRO, A. N.; MASCHIO, P. A. Cinética de liberação de potássio e magnésio pelos minerais da fração argila de solos do Triângulo Mineiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, n. 4, jul./agos. 2005.

MELO, V. F.; NOVAIS, R. F.; FONTES, M. P. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. Potássio e magnésio em minerais das frações areia e silte de diferentes solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 24, p. 269-284, 2000.

MELO, A.S. de. *Efeito de N, P e K sobre o desenvolvimento inicial e a nutrição foliar da aceroleira (Malpighia puniceifolia L.)*. 1999. 81f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1999.

MENZEL, C. M.; CARSELDINE, M. L.; SIMPSON, D. R. The effect of fruiting status on nutrient composition of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) during the flowering and fruit season. *Journal of Horticultural Science*, London, v. 63, n. 3, p. 547-556, 1988.

MONTEIRO, A. A.; MEXIA, J.T. Influência da poda e do número de frutos por planta na qualidade dos frutos e produtividade do melão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 6, n. 1. p. 9-12, 1998.

NASCIMENTO, V. M. do CORRÊA, L. de S., PAES, L. B. J., ZOGAS, M.L. Variações nos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em quatro cultivares de abacateiro (*Persea americana* Mill), durante o ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1989, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989. p. 5-10.

NEVES, O. S. C.; SÁ, J. R.; CARVALHO, J. G. Crescimento e sintomas visuais de deficiências em umbuzeiros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v. 26, n. 2, ago. 2004.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; FERNANDES, V. B. Teores de macronutrientes em mudas de umbuzeiro cultivadas em solução nutritiva, em função de dose de NaCl. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21, 2003, Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto: 2003. CD-ROM.

PASCHOAL, A.D. *Produção orgânica de alimentos - agricultura sustentável para os séculos XX e XXI. Guia técnico e normativo para o produtor, o comerciante e o industrial de alimentos orgânicos e insumos naturais*. 1994. 191 f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade São Paulo, Piracicaba, 1994.

PINTO, W. da S.; DANTAS, A. C V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. S.; JESUS, S. C.; CALAFANGE, P. L. P.; ANDRADE, E. M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, v. 38, n. 9, p. 1059-1066, set. 2003a.

PINTO, W. da S. DANTAS, A. C V. L.; CARVALHO, A. J. A.; ANDRADE, E. M. Caracterização agrônômica e morfológica de plantas e frutos de cajazeiras. *Magistra*, Cruz das Almas-BA, v. 15, n. 2, P. 217-221, jul. / dez. 2003b.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van; PIZA JUNIOR, C. de T. *Frutíferas*. In: RAIJ, B. van et al. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação, 1996. p. 121-153.

RAIJ, B. V. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres: POTAFÓS – Associação Brasileira para a Pesquisa da avaliação da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.

- RAIJ, V. B. *Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna*. Piracicaba: Associação Brasileira para a pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1990. 45p.
- RAO, I.M. & TERRY, N. Leaf phosphate status, photosynthesis and carbon partitioning in sugar beet. I. Changes in growth, gas exchange and Calvin cycle enzymes. *The Plant Physiology*, v. 90, p. 814-819, 1989.
- REIS JÚNIOR, R. dos A. *Produção, qualidade de tubérculos e teores de potássio no solo e no pecíolo de batateira em resposta à adubação potássica*. 1995. 108f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa.
- ROLIM NETO, F.C.; SCHAEFER, C. E. G. R.; COSTA, L. M.; CORREA, M.M.; FILHO, E. I. F.; IBRAIMO, M. M. Adsorção de fósforo, superfície específica e atributos mineralógicos em solos desenvolvidos de rochas vulcânicas do Alto Paranaíba (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 28 n. 6, nov./dez. 2004.
- ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONII, J. S. S. Lixiviação de potássio da palha de cobertura de solo em função da quantidade de chuva recebida. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 30, n. 5, set./out. 2006.
- ROSOLEM, C. A.; GARCIA, R. A.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Lixiviação de potássio no solo de acordo com duas doses aplicadas sobre palha de milheto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, p. 355-362, 2003.
- ROSOLEM, C. A. Adubação potássica em semeadura direta. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO EM PLANTIO DIRETO, Dourados, 1997. *Resumos e Palestras*. Dourados, 1997. p. 1-12.
- SÁ, J. R.; NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; VILAS BOAS, R. C. Efeito da omissão de B, Cu, Fe, Mn e Zn na solução nutritiva sobre o crescimento de mudas de umbuzeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2003, Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto: 2003. CD-ROM.
- SACRAMENTO, C. K.; SOUZA, F. X. *Cajá (Spondias mombin L.)*. Jaboticabal: Funep, 2000. 42 p.
- SAEG. *Sistema para Análises Estatísticas*. Versão 8.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2000.
- SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. de.; PEREIRA, E. C. Acúmulo de macro e micronutrientes nas folhas e caules do ramo produtivo da lichieira "Bengal" durante um ano. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v. 30, n. 1, p. 9-14, jan./fev., 2006.
- SAMPAIO, E.V.S.B. *Uso das plantas da caatinga*. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGINIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L. Ed. *Vegetação e flora da caatinga*. Recife: Associação Plantas do Nordeste: Centro Nacional de Informações sobre Plantas, 2002. p.49-90. 176p.
- SILVA, G. C. (EMEPA-PB). *Comunicação pessoal*, 2006.
- SILVA, J. T. A. da.; BORGES, A. L.; CARVALHO, J. G.; DAMASCENO, J. E. A.

Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata-Anã. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal –SP, v. 25, n. 1, p. 152-155, abril 2003.

SILVA, E. B.; GONÇALVES, N. P.; PINHO, P. J. de; CANUTO, R. SILVA. Requerimentos nutricionais do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25. REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4. 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: UFRRJ, 2000. CD-ROM.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; MALBURG, J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 21-36, jan./fev. 1999.

SILVA, A. C., SANTOS, A. R., PAIVA, A. V. Translocação de nutrientes em folhas de *Hevea brasiliensis* (Clone) e em acículas de *Pinus ocarpa*. *R. Un. Alfenas*, Alfenas, v.4, p. 11-18, 1998.

SILVA, H.; SILVA, A. Q.; ROQUE, M. L.; MALAVOLTA, E. Composição mineral do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1983, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: SBF/EMPASC, v. 4, p.1129- 1134. 1984.

SILVEIRA, R. L. V. de A.; HIGASHI, E. N.; MOREIRA, A. *Avaliação do estado nutricional do Eucaliptus: Diagnose visual, foliar e suas interpretações*. In: Nutrição e fertilização florestal (Ed. GONSALVES, J. T. de M.; BENEDETTI, V.) Piracicaba, IPEP, 2000. 427p.

SOBRAL, L. F.; SOUZA, L. F. da S. MAGALHÃES, A. F. de J.; SILVA, J. U. B.; LEAL, M. de L. Resposta da laranjeira pêra á adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em um latossolo vermelho dos tabuleiros costeiros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.2, p.307-312, fev. 2000.

SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. de G. Adubação mineral do ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 261-270. 2006.

SOUZA, F. X. DE. *Crescimento e desenvolvimento de clones enxertados de cajazeira na Chapada do Apodi, CE*. Tese doutorado. UFC - Fortaleza, CE. 81p. 2005.

SOUZA, F. X.; BLEICHER, E. Comportamento da cajazeira enxertada sobre umbuzeiro em Pacajus-CE. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, v. 24,n.3, dez. 2002.

SOUZA, F. X. de; SOUZA, F. H. L.; FREITAS, J. B. S.; ROSETTI, A. G. Aspectos morfológicos da unidade de dispersão de cajazeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 1, p. 215-220, jan. 2000.

SOUZA, F.X. de. Efeito do porta-enxerto e do método de enxertia na formação de

mudas de cajazeira (*Spondias mombin* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 286-290, 2000.

SOUZA, F. X. de. Enxertia de cajazeira (*Spondias mombin* L.) sobre porta enxerto de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara). *Agrotrópica*, Ilhéus, v. 10, n. 3, p. 189-192, set. / dez. 1998.

TEDESCO, M. S.; VOLWEISS, S. J.; BOHNEN, H. *Análises de solo, planta e outros materiais*. Porto Alegre: UFRS, 1995. 174 p.

TEIXEIRA, L. A. J.; SILVA, J. A. A. da. Nutrição mineral de populações e híbridos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) cultivados em Bebedouro (SP). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 371-374. 2003.

TIBOLA, C. S.; FACHINELLO, J. C. Tendências e estratégias de mercado para a fruticultura. *Rev. Bras. Agrociência*, Pelotas-RS, v. 10, n. 2, p.145-150, abr. / jun. 2004.

VARGAS, L.K. & SCHOLLES, D. Nitrogênio da biomassa microbiana, em solo sob diferentes sistemas de manejo, estimado por métodos de fumigação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, vol. 22, n. 7, 1998.

VELOSO, C. A. C.; ARAUJO, J. M.B., VIERGAS, I. J. M.; OLIVEIRA, R. F. Amostragem de plantas para análise química. *Comunicado Técnico*, Belém, dez, 2004.

VELOSO, C. A. C.; OEIRAS, A. H. L.; CARVALHO, E. J. M.; SOUZA, F. R. S. Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e calcário em latossolo amarelo do nordeste paraense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 23, n. 2, agos. 2001.

ANEXOS

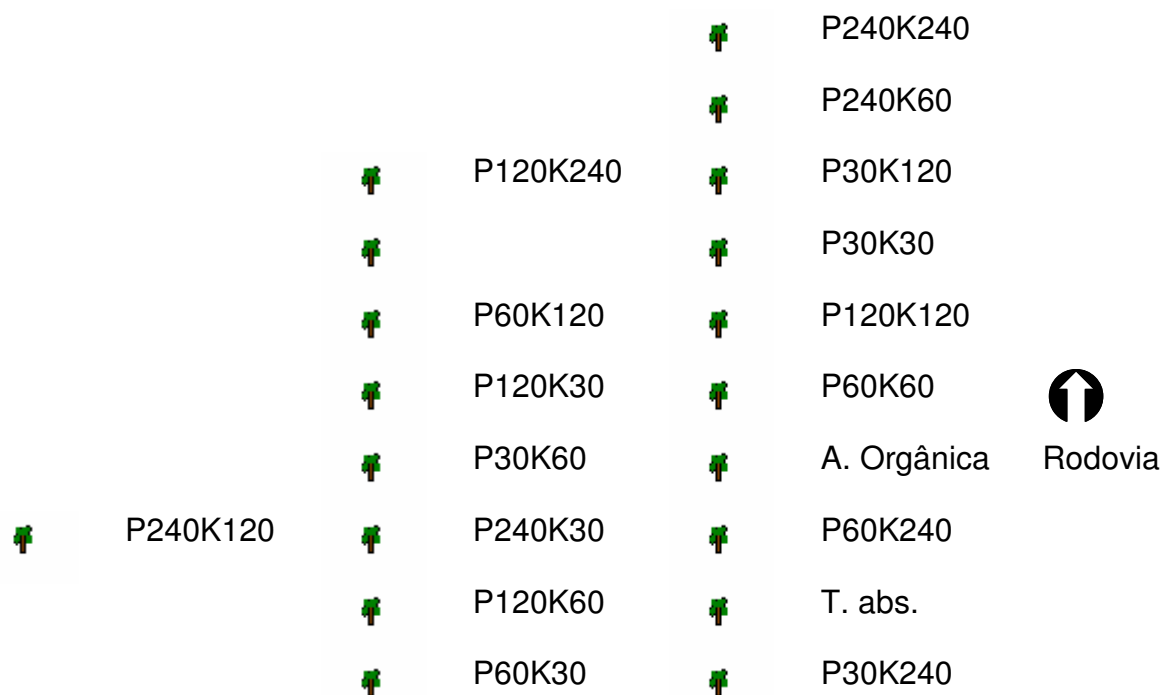


Figura 1A. Croqui da área experimental EMEPA: bloco 1 (18 plantas), plantas do Banco Ativo de Germoplasma (BAG), propagadas vegetativamente (estaca) com espaçamento de 10x10m, plantadas em 15/02/96.



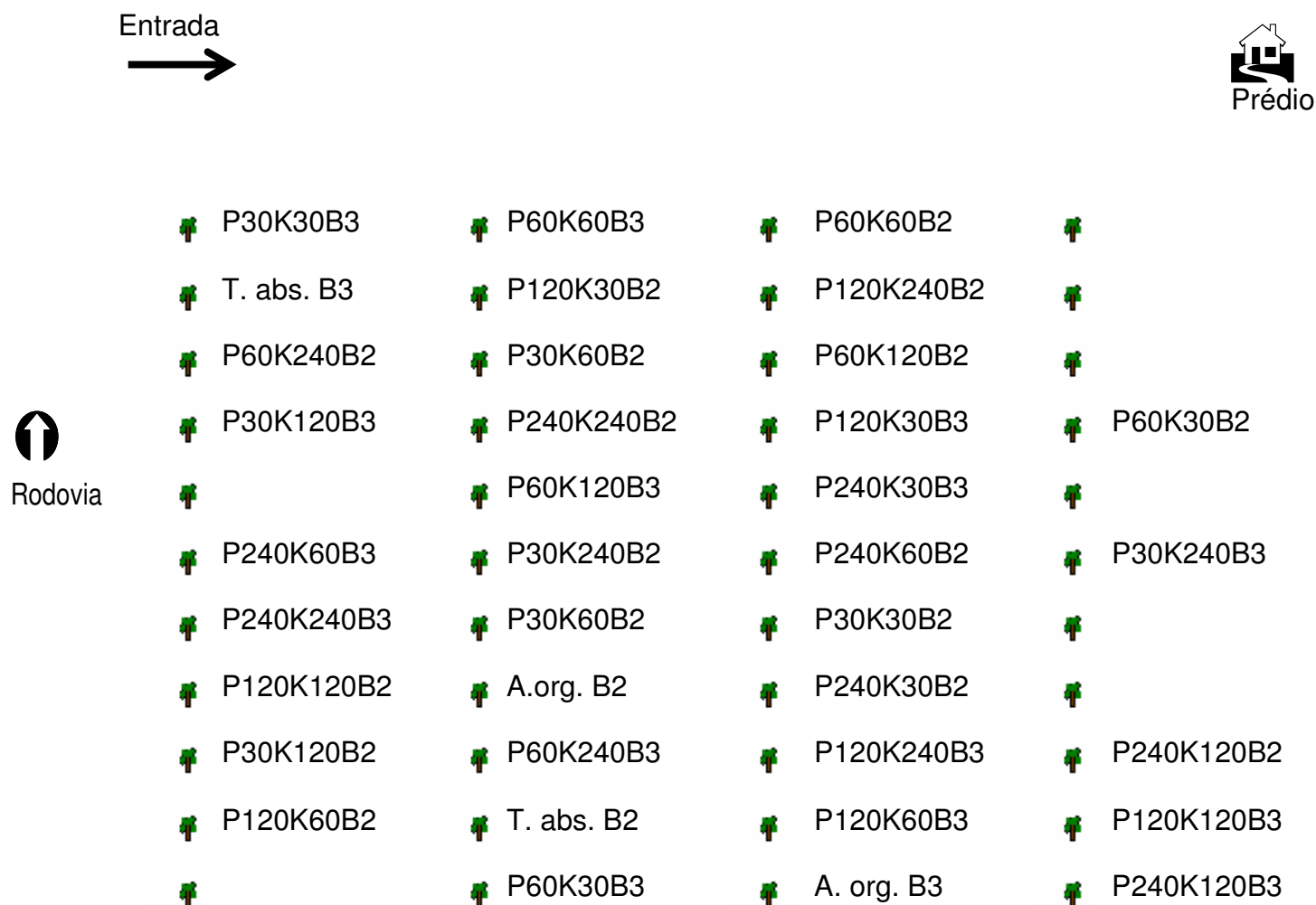


Figura 2A. Croqui dos blocos 2 e 3 (36 plantas), propagadas por enxertia, espaçadas com 7 x 7 m, plantadas em 19/05/2004.

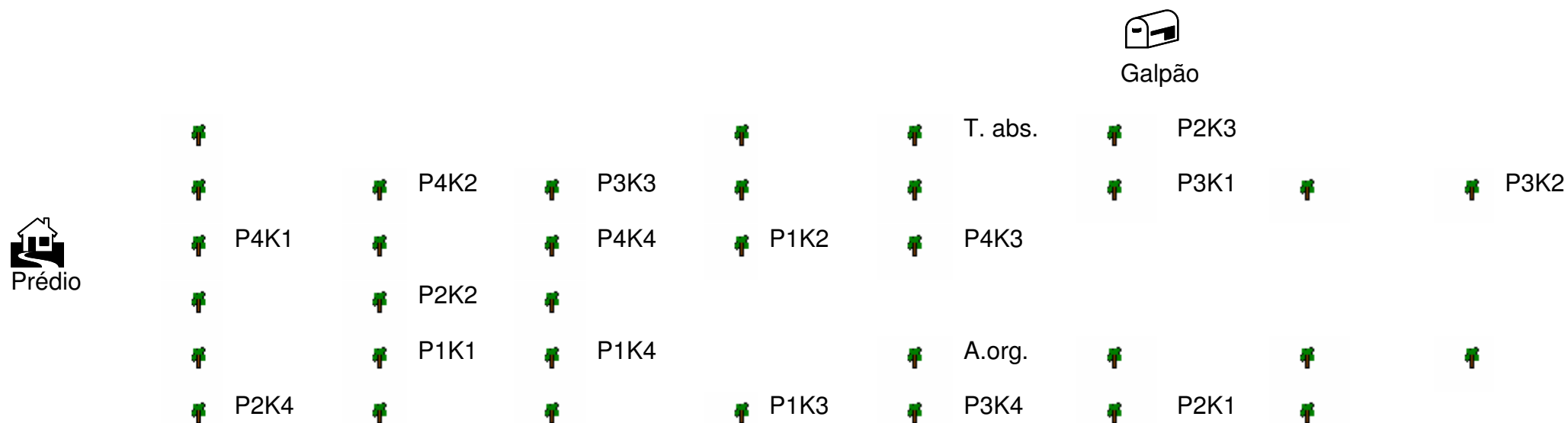


Figura 3A. Croqui do bloco 4 (18 plantas), propagadas por enxertia, espaçadas com 7 x 7 m, plantadas em 01/11/2001.



Identificação dos tratamentos

Tratamentos	g planta ⁻¹ de P	g planta ⁻¹ de K
P1K1	30	30
P1K2	30	60
P1K3	30	120
P1K4	30	240
P2K1	60	30
P2K2	60	60
P2K3	60	120
P2K4	60	240
P3K1	120	30
P3K2	120	60
P3K3	120	120
P3K4	120	240
P4K1	240	30
P4K2	240	60
P4K3	240	120
P4K4	240	240
A. org	40 L pl ⁻¹ composto	
T. abs.	-----	-----



Figura 4A. Fuste de indivíduo adulto de cajazeira (*Spondias mombin* L.).



Figura 5A. Indivíduo adulto de cajazeira (*Spondias mombin* L.).



Figura 6A. Indivíduo adulto de cajazeira (*Spondias mombin* L.) pertencente ao bloco 4.

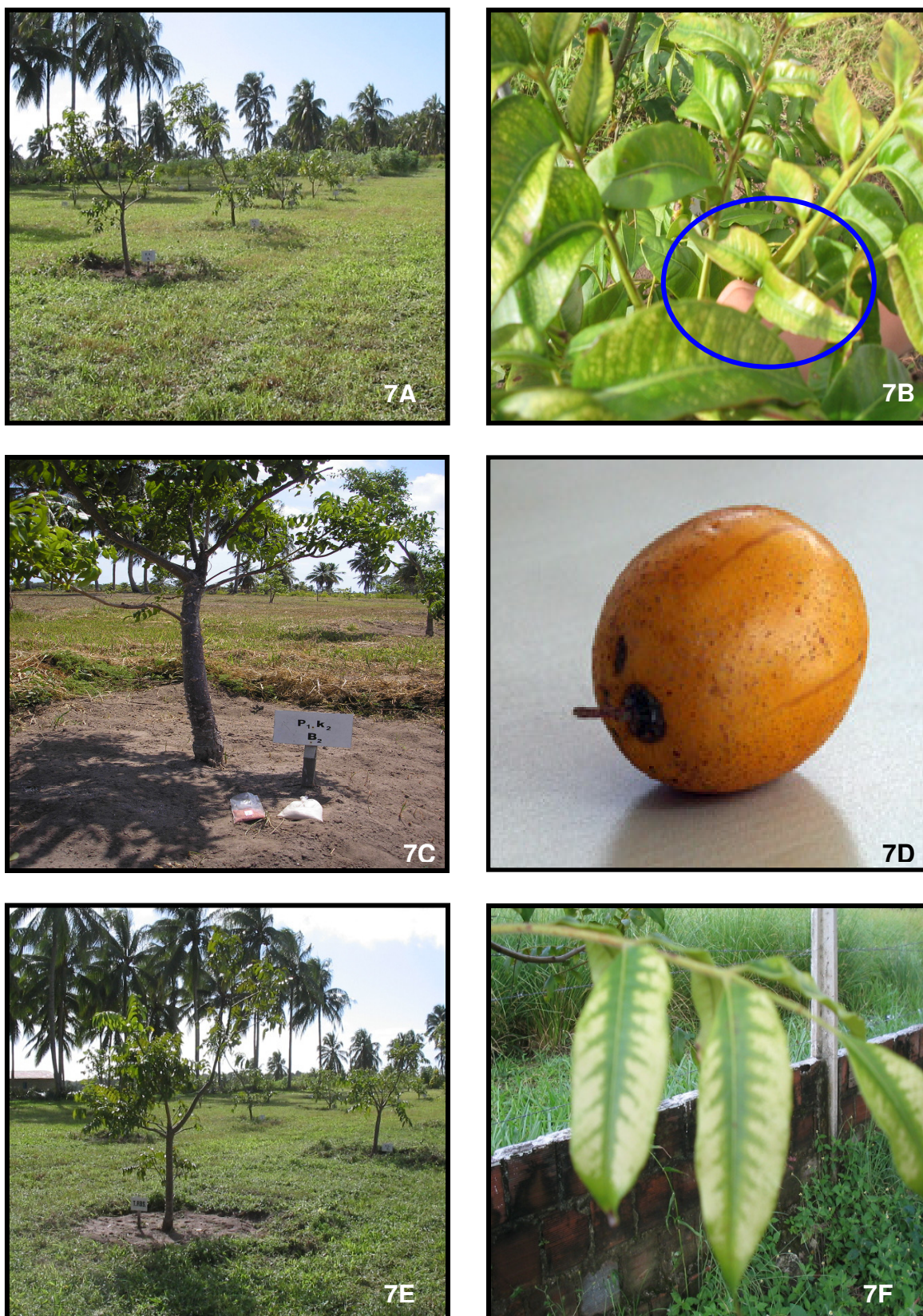


Figura 7A. Vista parcial bloco 1 e 2 (7A); procedimento utilizado para coleta de folhas de cajazeira (7B); indivíduo adulto no momento da aplicação tratamento (7C); fruto maduro (7D); Vista parcial bloco 2 e 3 (7E) e folha com sintoma de deficiência nutricional.



Figura 8A. Indivíduo adulto de cajazeira recebendo o tratamento (8A); panícula (8B); vista das plantas do bloco 4, 2 e 3 (8C, 8D, 8E e 8F) respectivamente.



Figura 9A. Distribuição geográfica da cajazeira (*Spondias mombin* L.) no Brasil.