**CONCENTRAÇÃO E QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES
EM CAJUEIRO (*Anacardium occidentale* L.)
ANÃO PRECOCE**

ANTONIO ROBERTO BARRETO DE MELO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. RONALDO IVAN SILVEIRA

**Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Solos e Nutrição de
Plantas.**

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Março - 1991

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Melo, Antonio Roberto Barreto de

M528c Concentração e quantidade de macronutrientes
em cajueiro (Anacardium occidentale L.) anão pre
coce. Piracicaba, 1991.

72p.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Cajú - Nutrição 2. Macronutriente em cajú -
Concentração 3. Macronutriente em cajú - Quantida
de I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Quei
roz, Piracicaba

CDD 634.573

CONCENTRAÇÃO E QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES
EM CAJUEIRO (*Anacardium occidentale* L.)
ANÃO PRECOCE

ANTONIO ROBERTO BARRETO DE MELO

Aprovada em: 11.04.1991

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira

ESALQ/USP

Prof. Dr. Antonio Eneidi Boaretto

CENA/USP

Dr. Jomar da Paes Pereira

EMBRAPA/IAPAR

Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira

Orientador

A meu pai

GERALDO ESMERALDO DE MELO por
tudo que representou na minha
formação, pela experiência e conselhos
transmitidos, e principalmente pela
Saudade deixada, minha

HOMENAGEM (*in memoriam*)

À minha mãe

Com admiração, respeito e orgulho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ronaldo Ivan Silveira, pela orientação e incentivo concedidos para a realização deste trabalho e pela amizade e compreensão durante esse período.

Às Bibliotecárias Kátia M. Andrade Ferraz, Silvana M. Gregório e Eliana M. G. Sabino pela valiosa ajuda e atenção dispensada.

À Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de aperfeiçoamento.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, pelas facilidades concedidas.

Ao plano Institucional de Capacitação Docente da CAPES, pelo auxílio financeiro.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e em especial ao Centro Nacional do Caju - CNPCa pelo fornecimento das castanhas de Caju utilizadas na pesquisa.

Aos demais Colegas do Curso e a todos que direta ou indiretamente colaboraram para o êxito deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	x
SUMARY	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Formação das Mudaz	18
3.2. Colheita e Preparo para Análises	22
3.3. Análise Química	22
3.4. Delineamento Experimental	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Desenvolvimento das Plantas	24
4.2. Concentração e Quantidade de Nutrientes	26
4.2.1. Nitrogênio	26
4.2.1.1. Concentração de N	27
4.2.1.2. Quantidade de N	28
4.2.2. Fósforo	32
4.2.1.1. Concentração de P	32
4.2.1.2. Quantidade de P	34
4.2.3. Potássio	37
4.2.1.1. Concentração de K	38
4.2.1.2. Quantidade de K	40

	Página
4.2.4. Cálcio	43
4.2.1.1. Concentração de Ca	44
4.2.1.2. Quantidade de Ca	47
4.2.5. Magnésio	47
4.2.1.1. Concentração de Mg	50
4.2.1.2. Quantidade de Mg	52
4.2.6. Enxofre	56
4.2.1.1. Concentração de S	56
4.2.1.2. Quantidade de S	59
5. CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
01. Concentrações de nitrogénio (Média de 3 repetições)	31
02. Quantidades de nitrogénio (mg) (Média de 3 repetições)	31
03. Concentrações de fósforo (Média de 3 repetições) ...	36
04. Quantidades de fósforo (mg) (Média de 3 repetições)	36
05. Concentrações de potássio (Média de 3 repetições) ..	42
06. Quantidades de potássio (mg) (Média de 3 repetições)	42
07. Concentrações de cálcio (Média de 3 repetições)	49
08. Quantidades de cálcio (mg) (Média de 3 repetições) .	49
09. Concentrações de magnésio (Média de 3 repetições) ..	55
10. Quantidades de magnésio (mg) (Média de 3 repetições)	55

Figura	Página
11. Concentrações de enxofre (Média de 3 repetições) ...	61
12. Quantidades de enxofre (mg) (Média de 3 repetições)	61

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
01. Tratamentos usados no experimento	20
02. Composição química das soluções nutritivas (ml/l) usadas no experimento	21
03. Peso da matéria seca (g/planta) total e das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições)	25
04. Concentração de nitrogênio na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições)	29
05. Quantidade de nitrogênio (mg) na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições)	30

Tabela

Página

06. Concentração de fósforo na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições)	33
07. Quantidade de fósforo (mg) na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições)	35
08. Concentração de potássio na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições)	39
09. Quantidade de potássio (mg) na matéria seca das diversas partes da Planta Cultivada em Solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições)	41
10. Concentração de Cálcio na Matéria Seca das diversas partes da planta Cultivada em Solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições)	45

CONCENTRAÇÃO E QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES
EM CAJUEIRO (*Anacardium occidentale* L.)
ANÃO PRECOCE

Autor: ANTONIO ROBERTO BARRETO DE MELO

Orientador: PROF. DR. RONALDO IVAN SILVEIRA

RESUMO

Plantas de caju (*Anacardium occidentale* L.) "anão precoce", foram cultivadas em casa de vegetação, empregando-se quartzo moído como substrato e irrigado com solução nutritiva, visando estudar os efeitos da omissão, da presença e do excesso dos macronutrientes na concentração e na quantidade desses elementos em diferentes partes da planta. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com quatorze tratamentos e três repetições. As plantas foram separadas em caule, folhas novas, folhas velhas e flores. Os resultados mostraram que os tratamentos testados não afetaram o peso da matéria seca total da planta. Na ausência de N diminuíram as concentrações de N, Mg e S no caule e nas folhas novas; a concentração de P aumentou nas folhas novas e nas velhas e a quantidade de P também se elevou no caule e nas folhas novas. O incremento na dose de N aumentou a sua quantidade na planta, bem como a do K nas flores. A omissão de P reduziu a sua concentração no caule. A omissão de K aumentou a concentração de Ca no caule e de Mg nas folhas velhas, elevou a quantidade de Mg nas

folhas novas e nas velhas e diminuiu a concentração de K no caule, nas folhas novas e nas velhas. A elevação da concentração de K no substrato aumentou a sua concentração no caule e nas folhas velhas e diminuiu a concentração e a quantidade de Mg nas folhas novas e velhas respectivamente. A ausência de Ca na solução aumentou a quantidade de P no caule e nas flores e dos nutrientes K, Mg e S nas flores." A omissão de Mg na solução nutritiva diminuiu sua concentração no caule e nas folhas novas. A omissão de S aumentou a concentração de Ca e de Mg nas folhas novas e nas velhas, respectivamente. O fornecimento de níveis mais altos de P, Ca, Mg e S não influenciaram as concentrações nem as quantidades de macronutrientes nas diferentes partes das plantas em relação ao tratamento completo. O tratamento com doses duplas de macro e micronutrientes não apresentou resultados satisfatórios visto que foi superior ao tratamento completo apenas na concentração de K nas folhas velhas.

CONCENTRATION AND QUANTITY OF MACRONUTRIENTS
IN PRECOCIUS DWARF CASHEW
(*Anacardium occidentale* L.)

Author: ANTONIO ROBERTO BARRETO DE MELO

Adviser: PROF. DR. RONALDO IVAN SILVEIRA

SUMMARY

Plants of a precocius dwarf cashew (*Anacardium occidentale* L.) grown under greenhouse conditions utilizing ground quartz as substrate and irrigated with nutrient solution were used to study the effects of macronutrients absence, presence and excess on the concentration and quantity of same elements in various parts of the plant.

The experiment was designed as randomized blocks with fourteen treatments and three replications. Plant parts analyzed were stem, young leaves, old leaves and flowers.

Results obtained showed no treatment effect on total dry matter weight of the plants. No nitrogen treatment resulted in a decreased concentration of N in the plant and of Mg and S both in the stem and new leaves, but P concentration in new and old leaves and P quantity in the stem and new leaves increased. Excess nitrogen caused the increase of its quantity present in all parts of the plant as well

as K flower content. Absence of P caused the reduction of P stem concentration. Absence of K resulted in an increase of stem Ca and old leaves Mg concentration and a decrease of K concentration in the stem and old and new leaves. Excess K resulted in an increase in K concentration in the stem and old leaves and in a decrease of Mg concentration and quantity in new and old leaves, respectively. Ca deficiency caused the increase of P quantity in the stem, flowers and of K, Mg and S in the flowers. Absence of Mg caused a decrease of Mg in the stem and new leaves. No S treatment caused an increase of Ca and Mg in new and old leaves, respectively.

Higher levels of P, Ca, Mg and S had no effect neither in the quantity nor in the concentration of macronutrients in the plant parts analysed in this study as compared to the treatment "complete". Excess macro and micronutrients in the nutrient solution was not considered satisfactory when compared with the "complete" treatment except for old leaf K content which showed a higher K concentration in plants to which a double rate of nutrients was applied.

1. INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) atualmente é encontrado em grande parte da região tropical, embora em termos de importância econômica sua exploração se restrinja à Índia, Brasil, Moçambique e Tanzânia.

No Brasil o cajueiro pode ser cultivado em todas as regiões, porém é no Nordeste, que detém cerca de 99% da produção brasileira, que as perspectivas para expansão da cajucultura são maiores, devido as condições edafoclimáticas serem favoráveis à cultura.

Na cultura do caju, a comercialização da amêndoa e do líquido da casca da castanha (LCC), seus principais produtos, representa, para o Nordeste do Brasil, uma atividade sócio-econômica de grande expressão, gerando divisas e garantindo emprego para milhares de pessoas. A importância do setor é ressaltada pela existência de um parque industrial composto por um número expressivo de empresas. (MAIA, 1988).

O Ceará, maior produtor de caju do Brasil, foi responsável por 76% da produção do Nordeste, na safra 1984/85. Para se ter uma idéia do que isto representa economicamente, no período de 1983/87, a cajucultura foi 40%, em média, das exportações totais do

estado. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1988).

O Brasil ocupa o 2º lugar na produção mundial de castanha, o que lhe confere destacado papel como exportador de amêndoas de caju, atividade que tem representado desperdício de grandes quantidades de pseudo-frutos. Entretanto, ultimamente, vem-se observando a instalação de importantes empreendimentos agroindustriais no Nordeste, visando além do beneficiamento da castanha, um aproveitamento maior do pedúnculo principalmente na produção de suco. (MAIA, 1988).

O cajueiro anão, obtido a partir de trabalhos de melhoramento oferece vantagem quanto aos tratos culturais e à colheita. Pelas suas características e potencialidade, poderá desempenhar papel de destaque na cajucultura brasileira, contribuindo para a melhoria do desempenho da cultura e, assim, do nível de vida das populações que dependem, direta ou indiretamente, da mesma. (BARROS, 1984).

Entre os vários benefícios gerados, pela expansão da cajucultura nos últimos anos no Nordeste, principalmente em regiões litorâneas ou próximas, pode-se destacar um melhor aproveitamento dessas áreas e maior proteção do solo. Por ser uma cultura pouco exigente e adaptada ao clima irregular da região, pode inclusive, produzir safras satisfatórias durante os meses secos do ano, de setembro a janeiro.

Em função da importância que a cultura do caju representa para o Nordeste e, da escassez de conhecimentos básicos sobre a planta, principalmente na área de nutrição mineral, base necessária para as pesquisas e recomendações de adubação, é que este trabalho visa estudar os efeitos da deficiência e do excesso dos macronutrientes na concentração e quantidade destes elementos nas diversas partes da planta.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) da família das Anacardiáceas tem sua origem na América tropical, ou mais precisamente, nas planícies do Baixo Amazonas e em todo o litoral nordestino. Além disso, das doze espécies descritas para o gênero apenas uma não é nativa do Brasil.

De acordo com BARROS (1984), no Estado do Ceará, notadamente na região litorânea, é comum a presença de um tipo de cajueiro conhecido como precoce, com características botânicas e fisiológicas próprias e diferenciadas das do cajueiro comum. Trata-se de um material genético pouco explorado, mas que nos últimos anos vem despertando muito interesse, em função das suas qualidades agronômicas, tanto por pesquisadores como pelos produtores.

O cajueiro anão caracteriza-se pelo porte baixo, três a quatro metros, copa compacta e homogênea, com envergadura média atingindo quase duas vezes a altura. Segundo BARROS (1988a), no cajueiro anão CCP.06, o peso médio da castanha é de aproximadamente 7,0 g, enquanto que o pedúnculo é de 85 g. Apesar de apresentar um período de frutificação maior, de julho a janeiro, a produção de castanha por safra do cajueiro anão é bem menor em relação a do cajueiro comum.

O cajueiro é conhecido pela sua rusticidade. Entretanto como ele desenvolve-se sob condições de baixa fertilidade do solo, predominando em solos que possuem um perfil profundo, textura arenosa, pobre em matéria orgânica, ácido e com teor de bases baixas, é quase certo que um ou mais dos nutrientes essenciais apresentem-se em níveis baixos, afetando o crescimento e a produção.

As perspectivas são promissoras, no que concerne ao aumento de produtividade do cajueiro anão. Segundo FRANÇA (1988), ao atingir a estabilização, após o 5^o ano, os clones de cajueiro anão CCP 06 e CCP 76 alcançam uma produtividade estimada, dependendo do espaçamento, entre 1246 kg a 2080 kg de castanhas por hectare. Entretanto, em função do baixo grau de utilização de tratos culturais, de um incipiente ou até mesmo inexistente combate às pragas e doenças e da pouca oferta de material genético de boa qualidade, a maior produtividade alcançada pelo cajueiro comum até o ano de 1984, no Nordeste, foi aproximadamente 800 kg de castanhas por hectare.

Segundo FALADE (1984), teor de argila, alta saturação de base, pH alto, má drenagem e presença de pedras ou horizontes endurecidos reduzem o tamanho do cajueiro. Somente solos arenosos de regiões com alta pluviosidade são favoráveis ao crescimento do cajueiro.

Em estudos sobre a proliferação de raízes de mudas de cajueiro em solos de textura variada, KUMAR & KHADER (1983) utilizaram sete tipos de materiais em um estudo em vasos, a saber: areia barrenta, barro arenoso, barro argiloso, argila, Laterita, tijolo de Laterita moído e areia. Foi verificado que a proliferação máxima de

raízes ocorreu nos solos de textura média (areia barrenta, barro arenoso, Laterita e tijolo de Laterita moído), enquanto que nos solos pesados (argila e barro argiloso) o desenvolvimento das raízes foi bastante inferior, devido à compactação e aeração deficiente destes solos, não sendo o fator nutricional limitante nestes casos.

Ohler¹ citado por BARROS (1984) afirma que o cajueiro apesar de possuir um sistema radicular profundo e extenso, o qual permite um comportamento produtivo razoavelmente bom em solos pobres e impróprios para outros cultivos, pode não responder adequadamente à adubação quando cultivado em solos que contenham todos os elementos essenciais, mesmo em baixas quantidades; fato que, segundo BARROS (1984), levou a um consenso generalizado e errôneo, de que a adubação no cajueiro, é anti-econômica.

Na Malásia, mais de 2400 hectares de solo de baixa fertilidade cultivados com caju, foram pesquisados por YAACOB & KAMAL (1983) através de um experimento de fertilização com adubo comercial, não formulado para o cajueiro, onde foi aplicado até 1,4 kg/árvore/ano, parcelados nos quatro estádios fisiológicos da planta (repouso, florescência, frutificação e repouso). As folhas analisadas estavam em seu estágio maduro. Não houve mudanças significativas nos cinco principais elementos (N, P, K, Ca, Mg) contudo, houve uma correlação positiva destes elementos com os níveis de matéria orgânica

¹ OHLER, J.G. Cashew. Department of Agricultural Research. Amsterdam, 1979. 260p.

até uma profundidade de 32 cm no solo. A significância destes dados foliares é questionável em relação a nutrição completa no desenvolvimento do cajueiro extensivamente sobre solos arenosos inférteis da Malásia.

Existe, entretanto, muita discussão a respeito da eficiência da adubação foliar em relação à adubação convencional, pois enquanto alguns trabalhos comprovam sua eficácia para os micronutrientes, outros não recomendam para os macronutrientes, mesmo em solos arenosos onde as perdas de elementos como N e K são elevadas.

Para testar a eficiência da adubação foliar nitrogenada em cajueiro, ANKALIAH (1981) conduziu um experimento durante três anos, onde aplicou o nitrogênio de cinco modos diferentes: 100% foliar, 2/3 no solo e 1/3 foliar; 1/3 no solo e 2/3 foliar; 1/2 no solo e 1/2 foliar; 100% no solo. Foi adicionado suprimento de P e K ao solo e verificou que a adubação convencional mostrou-se significativamente diferente em relação aos demais tratamentos que, não apresentaram diferenças nas produções, a não ser em relação à testemunha.

O N também foi estudado na forma de adubação foliar em cajueiro adulto por ANKALIAH & RAO (1983) que correlacionaram do ponto de vista nutricional tres diferentes aspectos; a idade da folha, o tempo de absorção e a concentração do adubo. Para isso, foi usada uréia como fonte nitrogenada na concentração de 0, 2, 4, 6 e 8% em folhas com idade de 1, 2, 3 e 4 semanas após a iniciação do dossel vegetativo, sendo as amostras coletadas às 48 e 96 horas após a adubação foliar. Enfim, foi observado que, enquanto o tempo de absorção não foi significativo, as folhas com três semanas de idade e

a concentração de uréia a 4% foram os tratamentos que mostraram os melhores resultados.

REDDY et alii (1981) utilizando três níveis de uréia associados a 0,5 kg de P_2O_5 e 0,5 kg de K_2O em solo arenoso, constatou que a aplicação de N até 1 Kg aumentou o conteúdo de N na folha bem como na produção. Porém não influenciou o conteúdo de P e K." A concentração de N nas folhas dos ramos inferiores foi maior que a dos ramos superiores. Um pico máximo para o N foi observado em nov/dez e para o P e K em novembro.

"O caju responde fortemente a combinação NxP. Mesmo colocado em pouca quantidade, essa combinação responde melhor que o aporte isolado de um desses elementos. O efeito da combinação de NxP tem mais efeito na produção dos cajueiros e mais particularmente na sua precocidade" (LEFEBVRE, 1970).

Sawke¹ citado por MENON & SULLADMATH (1982) também estudou o efeito da interação N x P sobre a produção e o vigor do cajueiro e observaram que nos seus níveis mais altos, a resposta foi controlada pela aplicação de potássio.

¹SAWKE, D.P. Cashewnut research station, Vengurla. Cashew Causeirie,

2: 15-6, 1980.

Lefebvre^{1,2}, citado por PARENTE & ALBUQUERQUE (1971), realizando estudos de adubação mineral, em solos ferruginosos tropicais de Madagascar (66% de areia e 20% de argila) de pH 6,0 evidenciaram maior desenvolvimento vegetativo e frutificação antecipada de 2 anos, notadamente para o efeito de fósforo. Tal fato é muito importante pois segundo HAAG et alii (1975b) somente depois do 4º ano o cajueiro atinge uma produção econômica.

São raros os trabalhos experimentais com cajueiros em que a eficiência da adubação seja tão relevante como o de NAMBIAR & HARIDASAN (1979) onde, após três anos de adubação NPK em um lote de plantas de quinze anos de idade, constataram um aumento na produtividade superior a 400 por cento (de menos de 1 kg para mais de 4 kg de castanha/planta/safra).

Quanto ao cajueiro anão, a resposta à adubação também foi significativa segundo BARROS et alii (1984), que trabalhando com o clone C.C.P. 06 no 3º ano e usando 440 g de Uréia, 540 g de Superfosfato triplo e 200 g de Cloreto de potássio, obtiveram um aumento de produção da ordem de 85%, mesmo em ano com precipitação abaixo da ideal.

¹LEFEBVRE, A. Technologie et culture de l'anacardier y Madagascar. Bois et Forêts des Tropiques, Paris, 108: 21-41, 1966.

²LEFEBVRE, A. L'anacardies une richesse de Madagascar. Bull. de Madagascar, 262: 1-47, 1969.

Com a finalidade de estudar os efeitos da adubação de NPK na produção de castanha de caju, VIDYACHANDRA & HANAMASHETTI (1984) usaram 127 g de N, 181 g de P_2O_5 e 108 g de K_2O , sendo a metade aplicada no 3º ano e a outra metade do 4º ao 6º ano. O trabalho consistiu na aplicação conjunta, isolada e da combinação binária entre os elementos N, P e K. A maior produção, 5,57 kg, foi encontrada no tratamento onde foram usados os três elementos, o que proporcionaram um aumento de 259% em relação à testemunha, indicando ser primordial o uso conjunto desses três elementos. Entretanto, foi surpreendente a resposta encontrada para o tratamento que recebeu somente fósforo e que produziu 3,23 kg, superior a produção máxima alcançada entre os tratamentos que receberam dois elementos, no caso, o NxP que foi de 2,48 kg de castanha.

PARENTE & ALBUQUERQUE (1971), analisando a influência da adubação mineral no crescimento do cajueiro, na Estação Experimental de Pacajus, Estado do Ceará, onde foram aplicadas doses de nitrogênio, fósforo e potássio na razão de 0 e 55 g de sulfato de amônio; 0 e 14 g de superfosfato simples e 0 e 140 g de cloreto de potássio respectivamente, observaram que somente o fósforo produziu efeito significativo na altura das plantas aos 180 e 300 dias após o plantio.

SAWKE et alii (1985) estudaram o efeito de nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento e na produção de caju. Enquanto o N e o P aumentaram significativamente o volume das árvores e produção, nenhuma resposta foi observada para a adubação com K. Resposta positiva à combinação NxPxK nas quantidades de 125 - 50 - 100 kg/ha

respectivamente foi observada. Entretanto a resposta para N foi restrita a 75 kg/ha na ausência de P e K. Similarmente à resposta de P foi limitada a 25 kg/ha quando baixos níveis de N foram aplicados. A resposta para P aumentou quando o nível também foi aumentado para o máximo e a interação N x P foi significativa.

Durante três anos seguidos, HANAMASHETTI et alii (1985) tentando obter um ajuste nutricional do cajueiro na produção de castanha na Malásia, usaram dois níveis de N (250 e 500 g) dois de P_2O_5 (125 e 250 g) e dois de K_2O (125 e 250 g) por árvore, estes aplicados 1/3 e 2/3 durante o segundo e terceiro ano respectivamente. A colheita iniciou a partir do 4^o ano com a produção de 0,81 kg por planta no tratamento que recebeu 1:1:1 de NPK, seguidos por 0,74 kg das plantas que recebem 2:1:1 de NPK, significativamente superiores à produção obtida pela testemunha, 0,19 kg.

Usando material clonal de cajueiro, KRISHNAMURTHY et alii (1985) conduziram durante o ano de 1979 um experimento de adubação com dois níveis para cada elemento, N (250 e 500 g), P (125 e 250 g) e K (125 e 250 g) além da testemunha e com quatro repetições. O mais alto rendimento foi de 2,29 kg/árvore, obtido no tratamento 500:250:250 g de N, P e K /árvore/ano, no quinto ano (segundo ano de produção) quando comparado à testemunha (0,81 kg/árvore), indicou a resposta positiva do cajueiro à aplicação de fertilizantes.

As concentrações de nutrientes em plantas distintas variam, pois nem sempre as suas exigências são iguais. Numa mesma planta esta concentração pode variar com a idade, como ocorreu com o cajueiro em trabalho realizado por HAAG et alii (1975b), onde foi

constatado que ocorreu um aumento na concentração de Ca e B e uma diminuição na concentração de Mn nas folhas com a idade. Com relação a P e K, ocorreram oscilações significativas e para N, Mg, S, Cu, Fe e Zn, a idade da planta não influenciou na concentração destes elementos nas folhas.

YAACOB et alii (1985) estudando a relação entre a posição da folha e a concentração de nutrientes, em cajueiro, observaram que nas folhas dos pontos de crescimento ativo, as concentrações de NPK eram mais altas que aquelas amostradas do ponto basal dos galhos.

Um estudo sobre conteúdo de NPK em folhas maduras de cajueiro de oito anos, relacionados com três métodos de aplicação de fertilizantes, foi desenvolvido por KUMAR & NAGABHUSHANAM (1981) com a aplicação de 500 g de N, 250 g de P_2O_5 e 250 g de K_2O por árvore, nas formas de uréia, superfosfato e cloreto de potássio, respectivamente. Os métodos usados foram o do anel duplo que consistia na adubação em dois círculos ao redor do tronco a 1,5 e 3,0 metros de distância e com 30 cm de profundidade; o método de "POCKET" onde foram abertas quatro trincheiras a dois metros do tronco e também com 30 cm de profundidade e por último o método tradicional, que constou da incorporação dos adubos mediante a escarificação embaixo da árvore. Desses métodos, o do anel duplo foi o que promoveu mais rápida absorção e acumulação máxima de NPK, seguido de perto pelo método de "POCKET".

Para identificar métodos precisos de aplicação de fertilizantes, GEORGE et alii (1984) conduziram um experimento constando de : método tradicional, trincheira circular única,

trincheira circular dupla e, o da faixa em círculo. A dose de fertilizantes usada por árvore foi de 250 g de N, 125 g de P_2O_5 e 125 g de K_2O na forma de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A identificação foi feita por análise foliar. Entre os métodos, a acumulação máxima de NPK foi notada no método da trincheira circular dupla seguido pelo da trincheira circular única. O método da faixa circular foi o que promoveu melhor e mais rápida absorção de nutrientes, especialmente nitrogênio, quando comparado com o tradicional.

KUMAR et alii (1985 e 1985) estudando os efeitos do estágio da planta, posição e idade da folha, através de análise foliar em cajueiro antes e depois da inflorescência, verificaram que as concentrações de N, P e K coletadas na parte basal e no topo da planta não diferiram significativamente durante ambos estádios. Porém, quanto ao efeito da estação, as concentrações de N, P e K em folhas completamente maduras foram significativamente mais altas durante o mês de maio quando comparado à janeiro. Para o efeito da idade, antes da frutificação a concentração de N das folhas completamente maduras manteve-se alta em relação às folhas recém maduras. Entretanto, depois da frutificação a concentração de N das folhas recém-maduras foi significativamente superior às folhas completamente maduras do estágio de pré-frutificação.

YAACOB et alii (1985) pesquisando o efeito da chuva no conteúdo nutricional do cajueiro, verificaram que nas folhas jovens, as concentrações de NPK durante o período de estiagem, foram relativamente mais altas que durante os meses chuvosos. Um outro

fator que contribuiu para este resultado foi a lixiviação no solo que o N e K sofrem com a chuva, principalmente em solos arenosos. O mesmo não ocorre para a mangueira, onde a absorção de K é mais intensa no período das chuvas (GUIMARÃES, 1982).

Na cultura do caju, segundo HAAG et alii (1975b), a absorção de alguns nutrientes pode ocorrer em duas épocas com intensidades distintas ou ser de forma contínua, tanto para os macronutrientes, como para os micronutrientes. Nos macronutrientes, com exceção do S que é absorvido continuamente, a primeira época de intensidade de absorção vai do 3^o ao 8^o ano e a segunda do 8^o ao 10^o ano. No caso dos micronutrientes B, Cu e Zn, até ao 4^o ano constitui a primeira época de intensidade de absorção, sendo que a partir desta data ocorre um aumento significativo na absorção destes nutrientes. Já o Fe é absorvido de modo contínuo e em quantidades crescentes apresentando algumas oscilações após os dez anos, enquanto que a absorção do Mn é contínua somente até aos doze anos, visto que a partir desta idade ela cai sensivelmente, na ordem de 50%.

Com o objetivo de aprofundar seus conhecimentos sobre a exigência nutricional em cajueiro, KUMAR et alii (1981) estudaram e relacionaram as flutuações sazonais de N, P e K, no tecido foliar, com fatores ambientais como pluviosidade diária, temperatura máxima e mínima, horas de insolação e taxa de evaporação. Verificou-se que a menor concentração de N na folha foi registrada durante o mês de abril antes do final da frutificação e atingiu a concentração máxima no mês de dezembro, antes da floração. O mesmo comportamento foi encontrado para o P. A menor concentração de K na folha foi encontrada no mês de

agosto. Um aumento progressivo desse elemento foi observado de outubro a fevereiro e depois diminuiu para uma baixa magnitude. Observou-se também pelas taxas de absorção de nutrientes que a planta acumula mais K do que N durante a estação seca para manter o potencial hídrico e vice-versa, durante a estação chuvosa, onde as plantas apresentam um maior crescimento vegetativo.

Os efeitos de macronutrientes sobre a distribuição e a absorção de nutrientes em cajueiro, foram pesquisados por FALADE (1978b) em vasos contendo solo arenoso. Absorção e distribuição de nutrientes foram apreciavelmente afetado pelos macronutrientes. O relacionamento entre alguns desses nutrientes em muitos casos depende da parte da planta considerada, e da concentração de tais nutrientes na solução nutritiva. Ao contrário da aceitação geral em vista do antagonismo de cátions, foi verificado que o relacionamento entre cátions foi sinérgico sob certas condições. Em geral, isto parece indicar que baixas a moderadas doses de alguns dos macronutrientes podem ser benéficas para o cajueiro, mascarando a deficiência de um ou mais nutrientes.

Estudando os efeitos das concentrações variadas de todos os macronutrientes sobre o crescimento do cajueiro, em solo arenoso, FALADE (1978a) constatou que tanto a deficiência como o excesso destes nutrientes deprimiram a taxa de crescimento e acumulação de matéria seca. Somente no caso do nitrogênio foi observado alguns sintomas visuais de deficiência.

De acordo com LEFEBVRE (1973a, 1973b) aplicações de doses médias a fortes de N, P e K equilibradas na província de Majunga (Madagascar), podem atuar indiretamente na anomalia das pequenas folhas de cajueiro causada pela deficiência de zinco, sobretudo nos solos mais pobres e lixiviados.

ZECH (1984) investigando a ocorrência de deficiência de potássio e de zinco em cajueiro em áreas semi-áridas do oeste africano, onde a cobertura vegetal havia sido queimada, observou que a causa da redução do crescimento e cloroses das pontas e margens das folhas velhas, era devido ao baixo suprimento de potássio ao solo e que a deficiência de zinco causava clorose intercostal e necrose das folhas, induzida pela elevação do pH e aumento da atividade do íon cálcio.

KAMAL et alii (1985) estudando o efeito da aplicação de calagem e de fósforo relativo ao conteúdo nutricional das folhas de cajueiro em solos de textura arenosa da Malásia, observaram que, à medida que aumentou a quantidade de calcário, aumentou também o conteúdo de N, P e K das folhas jovens de cajueiro, mas não nas folhas velhas. A aplicação de calcário e fósforo juntos também aumentou o conteúdo de N, P e K das folhas jovens em ambos os solos da Malásia. KRISHNAMURTHY et alii (1985) conduziram um experimento com cajueiro durante dois anos, onde aplicou doses graduadas de calcário, em solos da região costeira da Índia. Os resultados, entretanto, não indicaram aumento significativo no rendimento quando comparado com a testemunha.

De acordo com LEFEBVRE (1970), em trabalhos de fertilização realizados com cajueiro, o cálcio causou um efeito ligeiramente depressivo o que concorda com o trabalho de KUMAR (1982) onde altos teores de cálcio no solo durante o mês de julho promoveram desenvolvimento da capacidade de absorção de potássio, resultando em um efeito depressivo da absorção de cálcio, compreensivo esse efeito se recordar que o cajueiro prefere solos ligeiramente ácidos. A resposta aos aportes de magnésio foi irregular e pouco significativo.

Com a finalidade de estudar os efeitos do alumínio no crescimento de mudas de cajueiro em solo arenoso, KUMAR (1981) utilizando cinco concentrações distintas de cloreto de alumínio, 0, 4, 8, 12 e 16 mg/l, constatou tolerância das plantas ao alumínio até à concentração de 12 mg/l, com aumento tanto da densidade, alongamento e produção da matéria seca das raízes, como da produção de folhas, peso da planta e produção de matéria seca da parte aérea. Neste mesmo trabalho o alumínio induziu a mobilização de fósforo das raízes para a parte aérea.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação no departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, em Piracicaba, Estado de São Paulo, no período de novembro de 1989 a agosto de 1990.

Foram utilizadas sementes do clone C.C.P. 06 procedentes da Estação Experimental do Centro Nacional do Cajú, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, no município de Pacajús, Estado do Ceará.

3.1. Formação das Mudas

O semeio foi feito em germinadores contendo areia de rio lavada no dia 13.11.89, tendo a emergência iniciada 17 dias após.

Aos 22 dias da semeadura, no dia 05.02.89, as mudas selecionadas com a altura aproximada de 10 cm, após as raízes terem sido lavadas com água destilada para eliminar os resíduos do substrato, foram transplantadas, uma por vaso, com capacidade de três litros estes revestidos internamente com o produto impermeabilizante Neutrol, contendo Silica moída.

As plantas foram inicialmente foram irrigadas com solução nutritiva completa (SARRUGE, 1975), na concentração de 50% da quantidade recomendada diluída na proporção de 1:1 (Solução nutritiva : Água) e renovada a cada 30 dias.

No dia 18/1 foi feita uma pulverização com sulfato ferroso (5 g/l) e uréia (3 g/l) para amenizar uma clorose generalizada causada pela deficiência de Fe. A partir de 16/2 passou-se a usar solução nutritiva completa, sem a diluição e renovada de 30 em 30 dias, com a finalidade de ter um crescimento mais acelerado das plantas. Por persistir a clorose generalizada de Fe associada com Zn, uma segunda pulverização foliar foi realizada no dia 16/3, sendo que desta vez foi acrescentado o sulfato de zinco além do sulfato ferroso e uréia.

Quando as plantas atingiram a altura média de 70 cm, procedeu-se à lavagem do substrato a fim de remover os sais acumulados, fazendo-se passar em cada vaso abundante água desmineralizada e no dia seguinte, 13.4, deu-se o início aos tratamentos contidos na Tabela 1.

As soluções nutritivas usadas foram formuladas de acordo com SARRUGE (1975) e estão detalhadas, na Tabela 2. O excesso dos macronutrientes utilizados nos tratamentos, correspondente ao dobro do que continha no tratamento completo.

A irrigação das plantas foi feita uma vez ao dia e a drenagem das soluções, feita através de orifícios no fundo de cada vaso ligados com tubos plásticos aos frascos coletores com capacidade de 1 litro.

Tabela 1. Tratamentos usados no experimento.

1. Completo	N ₁ , P ₁ , K ₁ , Ca ₁ , Mg ₁ , S ₁ + Micronutrientes
2. -N	No, P ₁ , K ₁ , Ca ₁ , Mg ₁ , S ₁ + Micronutrientes
3. 2N	N ₂ , P ₁ , K ₁ , Ca ₁ , Mg ₁ , S ₁ + Micronutrientes
4. -P	N ₁ , Po, K ₁ , Ca ₁ , Mg ₁ , S ₁ + Micronutrientes
5. 2P	N ₁ , P ₂ , K ₁ , Ca ₁ , Mg ₁ , S ₁ + Micronutrientes
6. -K	N ₁ , P ₁ , Ko, Ca ₁ , Mg ₁ , S ₁ + Micronutrientes
7. 2K	N ₁ , P ₁ , K ₂ , Ca ₁ , Mg ₁ , S ₁ + Micronutrientes
8. -Ca	N ₁ , P ₁ , K ₁ , Cao, Mg ₁ , S ₁ + Micronutrientes
9. 2Ca	N ₁ , P ₁ , K ₁ , Ca ₂ , Mg ₁ , S ₁ + Micronutrientes
10. -Mg	N ₁ , P ₁ , K ₁ , Ca ₁ , Mgo, S ₁ + Micronutrientes
11. 2Mg	N ₁ , P ₁ , K ₁ , Ca ₁ , Mg ₂ , S ₁ + Micronutrientes
12. -S	N ₁ , P ₁ , K ₁ , Ca ₁ , Mg ₁ , So + Micronutrientes
13. 2S	N ₁ , P ₁ , K ₁ , Ca ₁ , Mg ₁ , S ₂ + Micronutrientes
14. 2 Completo	N ₂ , P ₂ , K ₂ , Ca ₂ , Mg ₂ , S ₂ + Micronutrientes ₂

Iniciado a aplicação dos tratamentos, a solução nutritiva foi renovada a cada 20 dias, tendo o cuidado de verificar diariamente o nível da solução nos frascos coletores, completando o volume a um litro, adicionando água destilada.

Tabela 2. Composição química das soluções nutritivas (ml/l) usadas no experimento.

Soluções Estoque	Tratamentos													
	Compl.	-N	2N	-P	2P	-K	2K	-Ca	2Ca	-Mg	2Mg	-S	2S	2Compl.
KH ₂ PO ₄	M	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	2
KNO ₃	M	5		5	5		5	5	5	5	5	5	5	10
Ca(NO ₃) ₂	M	5		5	5	5	5		5	5	5	5	5	10
MgSO ₄	M	2	2	2	2	2	2	2	2		2		2	4
KCl	M		5		1		6							
CaCl ₂	M		5						5					
NH ₄ H ₂ PO ₄	M					1								
NH ₄ NO ₃	M		7,5			2		5						
Na ₂ HPO ₄	M				1									
Na ₂ SO ₄	M									2			2	
MgCl ₂	M										2	2		
Micronutr.*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Fe - EDTA**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

Fonte: SARRUGE (1975)

* A solução de micronutrientes tem a seguinte composição (g/l):

H₃BO₃, 2,86; MnCl₂.4H₂O, 1,81; ZnCl₂, 0,10;

CuCl₂, 0,04; H₂MoO₄.H₂O, 0,02.

** Dissolver 26,1 g de EDTA dissódico em 286 ml de NaOH N, misturar com 24,9 g de FeSO₄.7H₂O. Arejar por uma noite e completar a 1 litro.

3.2. Colheita e Preparo para Análise

As plantas foram coletadas no período de 18 a 21.8.90, aproximadamente quatro meses após o início dos tratamentos, tendo sido evidenciado sintomas de carências nutricionais nos diversos tratamentos. Após serem submetidas a uma lavagem rápida com água destilada, cada planta colhida foi dividida em caule, folhas novas, folhas velhas e flor. As folhas novas correspondiam àquelas localizadas na metade superior do caule e a dos ramos novos da parte inferior da planta, enquanto que as folhas velhas, correspondiam àquelas que se encontravam na metade inferior do caule.

O material colhido para a análise química foi posto para secar em estufa com circulação forçada de ar em temperatura variando de 65 a 70 °C, até atingir peso constante, depois da determinação do peso da matéria seca, foi moído em moinho tipo Wiley, com câmara de aço inoxidável com peneira de 1 mm de malha ou de 20 mesh, de acordo com MALAVOLTA et alii (1989).

As concentrações dos nutrientes absorvidos nas diversas partes da planta (caule, folha nova, folha velha e flor) foram analisadas e expressas na forma de porcentagem da matéria seca e a quantidade do nutriente em miligramas. Média de 3 repetições.

3.3 Análises Químicas

Nas amostras moídas foram feitas as digestões nítrico-perclórica para P, K, Ca, Mg e S e sulfúrica para N nos

laboratórios do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ. As determinações das concentrações dos elementos nos extratos foram feitas de acordo com o descrito por MALAVOLTA et alii (1989).

As determinações do nitrogênio foram feitas pelo método analítico volumétrico de Kjeldahl (micro) e o fósforo, por colorimetria do metavanadato. Os teores de potássio foram determinados por fotometria de chama de emissão, enquanto que os teores de cálcio e magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

As determinações de enxofre foram feitas por turbidimetria da suspensão de sulfato de bário, após a adição de cloreto de bário.

3.4. Delineamento Experimental

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com 14 tratamentos e 3 repetições.

Foi realizada análise de variância dos dados referentes aos pesos da matéria seca: das folhas novas, folhas velhas, caules, flores e da planta inteira, assim como concentrações e quantidades dos macronutrientes nas diferentes partes da planta. Os nutrientes foram analisados isoladamente, uma análise para cada parte amostrada.

As comparações entre as médias dos tratamentos foram feitas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade segundo GOMES (1973).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desenvolvimento das Plantas

Quando um dos elementos químicos, essenciais para a vida de uma planta, está presente no meio em quantidades insuficientes, em excessos, ou em combinação que o torna pouco disponível, a deficiência ou excesso de tal elemento nas células provocará distúrbios do metabolismo, ocasionando queda na produção. Eventualmente esses distúrbios metabólicos podem se manifestar por sintomas visíveis como a diminuição no crescimento, amarelecimento das folhas ou outras anomalias. Esses sintomas nutricionais são mais ou menos característicos de cada elemento, dependendo também de sua severidade, da variedade ou de fatores do ambiente. Além disto, antes do aparecimento dos sintomas morfológicos de deficiência, a planta poderá sofrer de "fome oculta" (EPSTEIN, 1975).

O desenvolvimento das plantas, avaliado através dos dados de peso da matéria seca total e das diferentes partes da planta em função dos tratamentos, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Peso da matéria seca (g/planta) total e das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta				Total
	Caule	Fl. Nova	Fl. Velha	Flor	
Completo	21,95 ^a	12,71 ^a	8,45 ^a	0,28 ^b	43,39 ^a
- N	32,63 ^a	14,78 ^a	7,89 ^a	0,57 ^b	55,86 ^a
2 N	36,32 ^a	22,43 ^a	12,32 ^a	2,94 ^a	74,02 ^a
- P	34,59 ^a	14,23 ^a	11,03 ^a	0,61 ^b	60,46 ^a
2 P	36,51 ^a	15,94 ^a	10,70 ^a	1,54 ^{ab}	64,69 ^a
- K	32,03 ^a	21,25 ^a	10,30 ^a	1,19 ^{ab}	64,77 ^a
2 K	25,70 ^a	11,85 ^a	7,11 ^a	0,21 ^b	44,86 ^a
- Ca	43,42 ^a	26,98 ^a	9,64 ^a	2,97 ^a	83,02 ^a
2 Ca	31,03 ^a	17,90 ^a	8,57 ^a	0,51 ^b	58,01 ^a
- Mg	33,86 ^a	15,37 ^a	8,35 ^a	0,01 ^b	57,58 ^a
2 Mg	27,57 ^a	13,56 ^a	9,21 ^a	0,01 ^b	50,34 ^a
- S	32,81 ^a	14,29 ^a	7,57 ^a	0,82 ^{ab}	55,49 ^a
2 S	27,01 ^a	11,04 ^a	7,65 ^a	0,01 ^b	45,70 ^a
2 Completo	20,52 ^a	11,37 ^a	6,89 ^a	0,18 ^b	38,97 ^a
D.M.S. (5%)	30,31	16,49	7,62	2,16	52,14
teste F	1,11 ^{ns}	2,16 [*]	1,23 ^{ns}	5,88 ^{**}	1,49 ^{ns}
C.V. (%)	32,32	34,27	28,19	84,90	30,41

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade.

Não houve respostas significativas do cajueiro com relação a produção de matéria seca dos caules, folhas novas e folhas velhas quando as diferentes quantidades de macronutrientes foram aplicados no substrato. A única parte da planta onde ocorreu diferenças significativas entre tratamentos foi nas flores. Os tratamentos que obtiveram valores de matéria seca maiores foram -Ca, 2N, 2P, -K e -S, não diferindo estes entre si. Somente o -Ca e 2N diferiram dos demais tratamentos, inclusive do Completo.

Conforme os dados contidos na tabela 3, observa-se que, embora não tivesse ocorrido diferenças significativas, os tratamentos -Ca e 2N foram os que apresentaram as maiores produções de matéria seca nas folhas novas e na produção total de matéria seca. Nas folhas velhas os tratamentos que mais se destacaram foram 2N e -P, e no caule -Ca, 2P e 2N.

De acordo com FALADE (1978a), tanto a deficiência como o excesso de macronutrientes, deprimem a taxa de crescimento e o acúmulo da matéria seca no cajueiro.

4.2. Concentração e Quantidade de Nutrientes

4.2.1. Nitrogênio

Este elemento proporciona um rápido desenvolvimento das plantas e está relacionado com a produção pelo seu efeito na vegetação produzida e no número de gemas florais. Segundo KUMAR et alii (1981) a deficiência de N é mais acentuada no período de frutificação devido

a translocação do elemento das folhas para o fruto. Os sintomas aparecem, primeiramente, nas folhas mais velhas e passam gradualmente para as mais novas. As folhas formadas quando há carência deste elemento, são menores e apresentam clorose em toda a lâmina da folha. No tratamento com omissão de N, as plantas apresentaram um desenvolvimento lento enquanto que nas folhas mais velhas ocorreu clorose generalizada. OHLER & COESTER (1979) observaram em cajueiro, que a cor dos pecíolos mudou de verde para avermelhado quando omitiu-se o N da solução nutritiva.

4.2.1.1. Concentração de N

Verifica-se na Tabela 4, que a omissão de nitrogênio da solução nutritiva causou uma redução na concentração desse elemento no caule e nas folhas novas, em confronto com o tratamento Completo. FRAZÃO (1985) trabalhando com feijão, observou o mesmo para todas as partes da planta.

Das diversas partes da planta, o tratamento -N diferiu do Completo no caule e na folha nova. Na folha velha diferiu do 2N, -S, 2S e 2 Completo. Embora não tenha havido diferença, o teor de N do tratamento completo foi 90% mais alto em relação ao teor do tratamento -N nas folhas velhas.

Na folha nova o teor de nitrogênio do tratamento 2N foi superior a todos os tratamentos, exceto o 2 Completo, Completo e -K.

Os teores de N referentes aos tratamentos completo, -N, 2N e 2 completo encontram-se na Figura 1.

Segundo HAAG (1958), a omissão de potássio em cafeeiro elevou a concentração de nitrogênio nas folhas. FRAZAO (1985) relata que com a omissão do potássio e cálcio da solução nutritiva, apenas os teores de nitrogênio das folhas inferiores foram mais baixos e diferiram do tratamento Completo, em feijó.

Segundo Coleman¹ citado por AVILAN ROVIRA (1971), o potássio intervém no metabolismo dos compostos nitrogenados, afetando a redução de nitratos e a síntese de proteínas.

4.2.1.2. Quantidade de N

As plantas que vegetaram em solução nutritiva carente em nitrogênio apresentaram quantidades mais baixas deste elemento no caule diferindo de todos os tratamentos (Tabela 5).

Em todas as partes analisadas, a maior quantidade de nitrogênio foi obtida no tratamento 2N, onde, em relação ao tratamento completo, este só não foi superior no caule.

¹COLEMAN, R.G. The effect of nutrient deficiencies on nitrogen metabolism. Bull. Commonw. Agric. Bur., London, 46: 98-117, 1962.

Tabela 4 - Concentração de nitrogênio na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caule	Fl. Nova	Fl. Velha	Fibr
Completo	1,68 ^a	2,26 ^{ab}	1,69 ^{ab}	0,63 ^a
- N	0,35 ^b	1,23 ^c	0,88 ^b	0,48 ^a
2 N	1,46 ^a	3,07 ^a	2,39 ^a	2,09 ^a
- P	0,97 ^{ab}	2,02 ^{bc}	1,48 ^{ab}	0,61 ^a
2 P	1,05 ^{ab}	2,12 ^b	1,74 ^{ab}	1,96 ^a
- K	1,00 ^{ab}	2,25 ^{ab}	1,62 ^{ab}	1,25 ^a
2 K	1,77 ^a	2,20 ^b	1,69 ^{ab}	0,72 ^a
- Ca	0,98 ^{ab}	2,06 ^{bc}	1,52 ^{ab}	2,06 ^a
2 Ca	1,53 ^a	2,04 ^{bc}	1,69 ^{ab}	1,25 ^a
- Mg	1,45 ^a	2,09 ^b	1,69 ^{ab}	—
2 Mg	1,47 ^a	1,77 ^{bc}	1,64 ^{ab}	—
- S	1,44 ^a	2,09 ^b	1,99 ^a	2,10 ^a
2 S	1,46 ^a	2,14 ^b	1,95 ^a	—
2 Completo	1,81 ^a	2,58 ^{ab}	2,27 ^a	0,62 ^a
D.M.S. (5%)	0,89	0,83	1,04	2,41
teste F	5,42 ^{**}	6,30 ^{**}	3,34 ^{**}	2,09 ^{ns}
C.V. (%)	22,47	12,94	19,85	65,26

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade

Tabela 5 - Quantidade de nitrogênio (mg) na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caule	Fl. Nova	FL. Velha	Flor
Completo	363,67 ^{ab}	287,67 ^{bc}	141,67 ^{bc}	5,23 ^b
- N	113,67 ^c	182,33 ^c	69,00 ^c	8,17 ^b
2 N	522,67 ^a	683,33 ^a	284,67 ^a	61,53 ^a
- P	336,00 ^{ab}	284,67 ^{bc}	163,00 ^b	11,03 ^b
2 P	381,67 ^{ab}	325,67 ^{bc}	183,33 ^b	30,23 ^{ab}
- K	304,67 ^b	449,33 ^{abc}	158,00 ^b	22,43 ^{ab}
2 K	441,33 ^{ab}	257,33 ^c	115,00 ^{bc}	4,57 ^b
- Ca	406,00 ^{ab}	549,00 ^{ab}	145,33 ^{bc}	61,23 ^a
2 Ca	444,67 ^{ab}	350,67 ^{bc}	133,33 ^{bc}	9,53 ^b
- Mg	386,33 ^{ab}	312,00 ^{bc}	123,00 ^{bc}	—
2 Mg	403,67 ^{ab}	243,33 ^c	147,33 ^{bc}	—
- S	466,33 ^{ab}	290,33 ^{bc}	149,67 ^b	17,30 ^{ab}
2 S	394,00 ^{ab}	235,67 ^c	149,33 ^b	—
2 Completo	364,67 ^{ab}	293,00 ^{bc}	156,67 ^b	3,40 ^b
D.M.S. (5%)	186,68	282,57	79,48	44,14
teste F	6,98 ^{**}	6,21 ^{**}	9,41 ^{**}	6,02 ^{**}
C.V. (%)	16,28	27,68	17,43	70,88

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade

Figura 1. Concentrações de nitrogênio (médias de 3 repetições).

Figura 2. Quantidades de nitrogênio (mg) (média de 3 repetições).

Na flor os tratamentos que apresentaram maiores quantidades de nitrogênio foram 2N, -Ca, 2P, -K, e -S, estatisticamente iguais. Entre estes, apenas o 2N e -Ca diferiram dos demais tratamentos, inclusive do Completo.

Na Figura 2 encontram-se as quantidades médias de N referentes aos tratamentos completo, -N, 2N e 2 completo.

4.2.2. Fósforo

O fósforo na planta tem como principais funções o aumento da frutificação e do teor de carboidratos, gorduras e proteínas, além de ajudar na fixação simbiótica de nitrogênio. Este se redistribui facilmente na planta, em particular quando ocorre sua falta, assim os sintomas de sua deficiência aparecem em folhas mais velhas (MALAVOLTA, 1989).

Apesar de sua importância, o P é extraído pelas plantas, em menor quantidade, que N e K.

Os sintomas apresentados pelas plantas deficientes em P não foram bem caracterizados no presente trabalho. Para HAAG et alii (1975a) os sintomas de carência de P em cajueiro, não são de fácil identificação visual e constituindo numa coloração verde intensa nas folhas superiores.

4.2.2.1. Concentração de P

Em confronto com o tratamento Completo observa-se que a omissão de fósforo na solução nutritiva motivou uma diminuição no teor desse elemento apenas no caule (Tabela 6).

Tabela 6 - Concentração de fósforo na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caulo	Fl. Nova	Fl. Velha	Flor
Completo	0,30 ^{ab}	0,16 ^b	0,11 ^{ab}	0,09 ^a
- N	0,47 ^a	0,34 ^a	0,26 ^a	0,10 ^a
2 N	0,32 ^{ab}	0,15 ^b	0,14 ^{ab}	0,26 ^a
- P	0,06 ^c	0,13 ^b	0,06 ^b	0,09 ^a
2 P	0,30 ^{ab}	0,15 ^b	0,13 ^{ab}	0,27 ^a
- K	0,34 ^{ab}	0,16 ^b	0,13 ^{ab}	0,19 ^a
2 K	0,32 ^{ab}	0,15 ^b	0,13 ^{ab}	0,09 ^a
- Ca	0,36 ^{ab}	0,15 ^b	0,12 ^{ab}	0,29 ^a
2 Ca	0,25 ^{bc}	0,14 ^b	0,12 ^{ab}	0,19 ^a
- Mg	0,27 ^{abc}	0,14 ^b	0,11 ^{ab}	—
2 Mg	0,25 ^{bc}	0,16 ^b	0,12 ^{ab}	—
- S	0,23 ^{bc}	0,15 ^b	0,13 ^{ab}	0,29 ^a
2 S	0,24 ^{bc}	0,16 ^b	0,14 ^{ab}	—
2 Completo	0,34 ^{ab}	0,14 ^b	0,13 ^{ab}	0,09 ^a
D.M.S. (5%)	0,21	0,11	0,17	0,37
teste F	4,96 ^{**}	6,27 ^{**}	1,62 ^{ns}	1,47 ^{ns}
C.V. (%)	23,85	21,55	43,65	70,21

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade.

Omitindo nitrogênio da solução nutritiva, a concentração de fósforo nas folhas novas foi maior do que a dos demais tratamentos, inclusive ao tratamento 2P, o que provavelmente se deva a uma redução no conteúdo de matéria seca para este tratamento, elevando a concentração do elemento em questão. FALADE (1978b) observou sinergismo entre o nitrogênio e o fósforo nas folhas e fósforo e nitrogênio em toda a planta.

Na Figura 3 encontram-se as concentrações médias de P em relação aos tratamentos completo, -P, 2P e 2 completo.

Nas folhas velhas o teor de fósforo do tratamento -N foi superior apenas ao do tratamento -P.

No tratamento com dois níveis de potássio os resultados não concordam com as observações de VENTURA (1987) trabalhando com soja, em que o aumento da concentração de potássio na solução nutritiva diminui a concentração de fósforo na matéria seca das folhas superiores e a adição de Cálcio e Magnésio diminui a concentração de fósforo na matéria seca das folhas inferiores.

4.2.2.2. Quantidade de P

No caule os tratamentos que apresentaram maiores quantidades de fósforo foram -N, -Ca, 2N, 2P, -K e -Mg, não diferindo estes entre si. Somente o -N e o -Ca diferiram dos demais tratamentos, inclusive do Completo (Tabela 7).

Nas folhas novas as maiores quantidades de P encontradas foram nos tratamentos -N, -Ca, 2N, -K, 2Ca e 2P, não diferindo estes entre si. Apenas o tratamento -N diferiu dos demais tratamentos.

Tabela 7 - Quantidade de fósforo (mg) na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caule	Fl. Nova	Fl. Velha	Flor
Completo	67,00 ^{bc}	20,67 ^b	9,00 ^{ab}	0,77 ^c
- N	149,00 ^a	49,33 ^a	20,33 ^a	1,77 ^{bc}
2 N	111,67 ^{ab}	34,33 ^{ab}	16,33 ^{ab}	7,67 ^{ab}
- P	21,33 ^c	18,00 ^b	6,67 ^b	1,63 ^{bc}
2 P	108,33 ^{ab}	23,33 ^{ab}	12,00 ^{ab}	4,20 ^{abc}
- K	104,33 ^{ab}	33,67 ^{ab}	12,33 ^{ab}	3,47 ^{abc}
2 K	80,33 ^{bc}	17,33 ^b	8,33 ^b	0,60 ^c
- Ca	146,00 ^a	40,67 ^{ab}	11,67 ^{ab}	8,63 ^a
2 Ca	71,00 ^{bc}	24,67 ^{ab}	8,67 ^{ab}	1,47 ^{bc}
- Mg	88,67 ^{ab}	21,67 ^b	7,67 ^b	—
2 Mg	70,33 ^{bc}	21,00 ^b	10,33 ^{ab}	—
- S	76,67 ^{bc}	21,67 ^b	9,67 ^{ab}	2,40 ^{abc}
2 S	65,33 ^{bc}	17,33 ^b	11,00 ^{ab}	—
2 Completo	69,33 ^{bc}	16,67 ^b	9,00 ^{ab}	0,47 ^c
D.M.S. (5%)	61,80	26,19	11,72	6,76
teste F	8,15 ^{**}	3,93 ^{**}	2,61 [*]	4,48 ^{**}
C.V. (%)	23,37	33,79	35,59	76,26

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade.

Figura 3. Concentrações de fósforo (médias de 3 repetições).

Figura 4. Quantidades de fósforo (mg) (média de 3 repetições).

As quantidades médias de P referentes aos tratamentos completo, -P, 2P e 2 completo acham-se na Figura 4.

Na folha velha a quantidade de fósforo no tratamento -N diferiu do tratamento -P, chegando a mais de tres vezes o valor de -P. Também foi superior aos tratamentos 2K e -Mg.

Na flor os tratamentos -Ca e 2N apresentaram quantidades de fósforo superiores a dos tratamentos Completo e 2 Completo. A quantidade de P foi maior no caule e nas folhas novas quando omitiu-se o N em relação ao tratamento Completo.

4.2.3. Potássio

Os altos teores deste elemento estão geralmente associados com altas produções. Há uma relação direta e estreita entre o conteúdo de potássio e o teor de amido nas folhas, sendo também importante nos processos de fotossíntese, respiração e circulação da seiva. Os sintomas de deficiência são caracterizados por necrose nas pontas e bordas das folhas mais velhas, sendo um nutriente que se transloca, quando necessário, facilmente para os diferentes órgãos da planta (GUIMARÃES, 1982).

De um modo geral as planta não apresentaram sintomas bem caracterizados de deficiência em K.

De acordo com AVILAN ROVIRA (1971) na fase mais avançada de deficiência de K em cajueiro, as folhas velhas formaram-se necrosadas e o sintoma se repetiu, posteriormente, nas folhas intermediárias.

4.2.3.1. Concentração de K

Na Tabela 8 estão os teores médios de potássio nas diferentes partes da planta, bem como o resumo da análise de variância.

Observa-se na Tabela 8 que o teor de potássio no caule, folha nova e folha velha diminuíram acentuadamente em relação ao tratamento Completo quando se omitiu este nutriente na solução, fato este também observando por AVILAN ROVIRA (1971) em cajueiro.

No caule o teor de potássio do tratamento 2K foi superior a todos os tratamentos, e o -K foi inferior a todos os tratamentos.

FALADE (1978b) observou que com o aumento de potássio na solução nutritiva em cajueiro, as concentrações de potássio e fósforo aumentaram em todas as partes da planta, concordando apenas para K nos resultados obtidos (Tabela 8).

Nas folhas velhas, o tratamento 2K foi superior a todos os tratamentos, exceto ao 2 Completo, assim como o -K foi inferior a todos os tratamentos, exceto o -N, 2N e 2P.

AVILAN ROVIRA (1971) observou que as concentrações de K nos tratamentos -Mg, -Ca, -P, -S e -N foram maiores do que o Completo, não observadas neste trabalho. Cibes e Samuels¹ citados por AVILAN ROVIRA (1971) verificaram que a omissão de fósforo ou enxofre favoreceu o acúmulo de potássio.

¹CIBES, N. & SAMUELS, G. Mineral deficiency symptoms displayed by tobacco grown in the greenhouse under controlled conditions. Tech paper, Agric P.R. Rio Piedras, P.R. n.º 14.1955. Exp. St.º Univ. P.R., Rio Piedras, P.R. n.23.1957.

Tabela 8 - Concentração de potássio na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caule	Fl. Nova	Fl. Velha	Flor
Completo	1,28 ^b	2,50 ^{abc}	1,58 ^b	0,38 ^a
- N	1,22 ^b	1,46 ^{cd}	1,17 ^{bc}	0,46 ^a
2 N	1,21 ^b	1,55 ^{cd}	1,13 ^{bc}	1,31 ^a
- P	1,07 ^b	1,73 ^{cd}	1,28 ^b	0,53 ^a
2 P	1,16 ^b	1,77 ^{cd}	1,18 ^{bc}	1,48 ^a
- K	0,29 ^c	0,54 ^d	0,41 ^c	0,57 ^a
2 K	2,20 ^a	3,66 ^a	2,89 ^a	0,81 ^a
- Ca	1,21 ^b	1,45 ^{cd}	1,32 ^b	1,31 ^a
2 Ca	1,18 ^b	2,01 ^{bc}	1,47 ^b	1,00 ^a
- Mg	1,46 ^b	2,23 ^{bc}	1,64 ^b	—
2 Mg	1,16 ^b	2,33 ^{abc}	1,57 ^b	—
- S	1,41 ^b	2,31 ^{abc}	1,64 ^b	1,66 ^a
2 S	1,23 ^b	2,14 ^{bc}	1,41 ^b	—
2 Completo	1,59 ^b	3,19 ^{ab}	2,55 ^a	0,60 ^a
D.M.S. (5%)	0,53	1,35	0,85	2,12
teste F	15,12 ^{**}	8,85 ^{**}	13,70 ^{**}	1,20 ^{ns}
C.V. (%)	14,02	21,73	18,55	78,21

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade.

GUIMARÃES (1982) observou que as folhas de mangueira deficientes em potássio continham teores normais de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio, quando comparadas com 1% das plantas normais.

As concentrações médias de K em relação aos tratamentos completo, -K, 2K e 2 completo encontram-se na Figura 5.

Da mesma forma que o tratamento 2K apresentou os maiores teores de K no caule, folhas novas e velhas, os teores menores de K foram encontrados no tratamento -K. O maior teor de K nas flores foi encontrado no tratamento -S, sem, contudo, diferir dos demais.

4.2.3.2. Quantidade de K

No caule, o tratamento -K apresentou a menor quantidade desse elemento, inferior ao 2K, -Ca, -S, -Mg, 2P e 2N (Tabela 9).

Nas folhas novas, a menor quantidade de potássio encontrado foi no tratamento -K, sendo inferior ao 2K, -Ca, 2 Completo, 2N e 2Ca.

Nas folhas velhas o tratamento -K foi inferior aos tratamentos 2K, 2 Completo, 2Mg e -P.

Na flor a quantidade, de potássio nos tratamentos -Ca e 2N foram superiores aos tratamentos 2K, 2 Completo e Completo.

AVILAN ROVIRA (1971) observou que a omissão de nitrogênio, magnésio, enxofre e potássio provocara um acúmulo sensível de potássio em raízes de cajueiro, enquanto que a omissão de cálcio e magnésio provocara um efeito semelhante, porém, nas folhas superiores.

Tabela 9 - Quantidade de potássio (mg) na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caule	Fl. Nova	Fl. Velha	Flor
Completo	279,33 ^{ab}	297,00 ^{ab}	132,67 ^{abc}	3,17 ^b
- N	396,33 ^{ab}	217,33 ^{ab}	92,67 ^{bc}	7,77 ^{ab}
2 N	428,33 ^a	347,67 ^a	136,33 ^{abc}	38,57 ^a
- P	373,33 ^{ab}	244,33 ^{ab}	140,67 ^{ab}	9,63 ^{ab}
2 P	432,00 ^a	287,67 ^{ab}	128,67 ^{abc}	22,87 ^{ab}
- K	94,67 ^b	109,33 ^b	41,00 ^c	10,27 ^{ab}
2 K	560,00 ^a	418,33 ^a	200,33 ^a	5,10 ^b
- Ca	505,00 ^a	392,67 ^a	128,67 ^{abc}	38,93 ^a
2 Ca	355,00 ^{ab}	335,67 ^a	118,33 ^{abc}	7,60 ^{ab}
- Mg	452,67 ^a	285,67 ^{ab}	119,00 ^{abc}	—
2 Mg	320,67 ^{ab}	320,00 ^{ab}	144,00 ^{ab}	—
- S	460,67 ^a	323,33 ^{ab}	124,00 ^{abc}	13,67 ^{ab}
2 S	332,00 ^{ab}	236,67 ^{ab}	108,00 ^{abc}	—
2 Completo	326,00 ^{ab}	355,33 ^a	175,33 ^{ab}	3,27 ^b
D.M.S. (5%)	323,04	224,59	98,06	31,53
teste F	3,33 ^{**}	3,35 ^{**}	3,78 ^{**}	4,53 ^{**}
C.V. (%)	28,25	25,03	25,47	73,09

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade.

Figura 5. Concentrações de potássio (médias de 3 repetições).

Figura 6. Quantidades de potássio (mg) (média de 3 repetições).

Encontram-se na Figura 6 as quantidades médias de K referentes aos tratamentos completo, -K, 2K e 2 completo.

Em todos os casos a quantidade de potássio foi máxima no tratamento 2K e mínima no -K, exceto na flor, onde os tratamentos, 2 Completo e Completo obtiveram as menores quantidades.

4.2.4. Cálcio

"É um elemento carente nos solos ácidos. Desempenha diversas funções nas plantas, sendo importante como ativador das enzimas, no desenvolvimento e funcionamento das raízes, germinação do grão de pólen e do desenvolvimento do tubo polínico. É praticamente imóvel no floema, em consequência, quando na falta desse elemento, as regiões de crescimento (gemmas e pontas de raízes) são as primeiras a serem afetadas. As folhas mais novas das plantas mostram uma clorose marginal ou internerval, e as gemmas terminais podem morrer" (MALAVOLTA, 1979).

As plantas com deficiência em Ca apresentam maiores crescimentos e flores bastante desenvolvidas em relação às plantas do tratamento completo. HAAG et alii (1975a) concluíram que os sintomas de carência deste elemento não foram característicos em razão, talvez da pouca exigência por este elemento. AVILAN ROVIRA (1971) e OHLER & COESTER (1979), no entanto, identificaram e caracterizaram os sintomas de deficiência de cálcio por uma clorose e um menor desenvolvimento, com ondulações resultantes de um maior crescimento do limbo em relação às nervuras.

4.2.4.1. Concentração de Ca

No caule, o teor de Ca do tratamento -K e 2 Completo foram superiores ao -Ca, 2P e -N, enquanto que o tratamento 2Ca foi superior apenas ao -Ca (Tabela 10).

VENTURA (1987) verificou que a adição de potássio no substrato provocou uma diminuição na concentração de cálcio na matéria seca dos caules. No presente trabalho embora tenha havido uma diminuição na concentração de Ca no tratamento 2K em relação a -K esta não foi significativa.

Na folha nova, o teor de cálcio do tratamento -S foi superior ao -Mg, 2 Completo, -Ca. O menor teor de cálcio foi obtido no tratamento -Ca e o maior no -S.

De acordo com VENTURA (1987), a aplicação de potássio no substrato teve efeito na concentração de cálcio nas folhas. Entretanto, a adição de dose elevada de potássio na solução nutritiva induziu uma redução na concentração de cálcio na matéria seca das folhas superiores e interiores, provavelmente por antagonismo.

Observa-se pela Tabela 10, que nos dois níveis de potássio, de cálcio e de magnésio não propiciaram efeitos significativos sobre os teores de cálcio. Verificou-se uma significância do tratamento com omissão do enxofre sobre o -Mg, 2 Completo e -Ca, apenas nas folhas novas.

Na folha velha e na flor não ocorreu diferença para os teores de cálcio. Verifica-se que as maiores concentrações de cálcio ocorrem nas folhas velhas o que confirma a pouca mobilidade deste nutriente na planta.

Tabela 10 - Concentração de cálcio na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caule	Fl. Nova	Fl. Velha	Flor
Completo	0,62 ^{abc}	0,77 ^{ab}	0,93 ^a	0,09 ^a
- N	0,45 ^{bc}	0,71 ^{ab}	0,94 ^a	0,09 ^a
2 N	0,72 ^{abc}	0,64 ^{ab}	0,98 ^a	0,24 ^a
- P	0,52 ^{abc}	0,61 ^{ab}	0,99 ^a	0,08 ^a
2 P	0,48 ^{bc}	0,68 ^{ab}	1,03 ^a	0,30 ^a
- K	0,95 ^a	0,74 ^{ab}	1,28 ^a	0,19 ^a
2 K	0,55 ^{abc}	0,74 ^{ab}	0,96 ^a	0,10 ^a
- Ca	0,32 ^c	0,48 ^b	0,90 ^a	0,20 ^a
2 Ca	0,86 ^{ab}	0,75 ^{ab}	1,11 ^a	0,23 ^a
- Mg	0,78 ^{ab}	0,60 ^b	1,03 ^a	—
2 Mg	0,65 ^{abc}	0,73 ^{ab}	0,95 ^a	—
- S	0,84 ^{ab}	0,98 ^a	1,28 ^a	0,38 ^a
2 S	0,52 ^{abc}	0,70 ^{ab}	1,00 ^a	—
2 Completo	0,93 ^a	0,59 ^b	0,98 ^a	0,10 ^a
D.M.S. (5%)	0,43	0,37	0,42	0,38
teste F	5,51 ^{**}	2,61 [*]	2,16 [*]	1,75 ^{ns}
C.V. (%)	21,78	17,80	13,74	71,15

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade.

A omissão de potássio na solução favoreceu um acúmulo de cálcio apenas no caule, havendo uma menor interação entre o cálcio e outros elementos.

Os teores médios de Ca referentes aos tratamentos completo, Ca, 2Ca e 2 completo encontram-se na Figura 7.

Overstreet et alii¹ citados por AVILAN ROVIRA (1971) explicam que o fato da omissão do potássio na solução favorecer a acumulação de cálcio, é devido ao fato que o potássio e o cálcio são absorvidos por um mecanismo similar, e que ambos os cátions competem pelo mesmo sítio do corregedor. Na ausência de um deles, ocorria maior absorção do outro.

Segundo FALADE (1978b), com o aumento dos níveis de cálcio na solução nutritiva, a concentração de nitrogênio, enxofre e cálcio em todas as partes e sódio nas hastes de cajueiro, primeiro aumentou para um máximo, antes de cair. O magnésio decresceu inicialmente antes de aumentar com os níveis mais altos de cálcio, enquanto que nos tratamentos com a omissão de cálcio e nitrogênio, os teores de cálcio foram os mais baixos no caule e nas folhas novas. AVILAN ROVIRA (1971) encontrou resultado semelhante em cajueiro, enquanto que FRAZZO (1985) trabalhando com planta perene, freijó, encontrou nos ramos, folhas inferiores e superiores, teores significativamente mais baixos que nos mesmos órgãos das plantas

¹ OVERSTREET, R.; JACOBSON, L.; HANDLEY, R. The effect of calcium on the absorption of potassium by barley. Plant Physiology, Bethesda, 27: 583-90, 1952.

cultivadas em solução completa, quando omitiu o nitrogênio da solução nutritiva.

4.2.4.2. Quantidade de Ca

Em relação a quantidade de cálcio, nenhuma diferença significativa entre tratamentos, nas diversas partes da planta foi constatado conforme mostra a Tabela 11. Embora o tratamento -K tenha apresentado quantidades no caule, folhas novas e velhas, acima dos demais tratamentos.

Na Figura 8 encontram-se as quantidades médias de Ca em relação aos tratamentos completo, -Ca, 2Ca e 2 completo.

4.2.5. Magnésio

"Este elemento, além de fazer parte da clorofila, é um ativador de numerosas enzimas, inclusive das ativadoras de aminoácidos, que catalizam o primeiro passo da síntese proteica" (MALAVOLTA, 1979). O Mg redistribui-se nas folhas mais velhas, quando o suprimento é deficiente e, por isso, os sintomas aparecem nestas folhas.

Tabela 11 - Quantidade de cálcio (mg) na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caule	Fl. Nova	Fl. Velha	Flor
Completo	136,33 ^a	100,67 ^a	79,00 ^a	0,73 ^a
- N	141,67 ^a	104,33 ^a	74,00 ^a	1,60 ^a
2 N	253,33 ^a	145,33 ^a	120,00 ^a	7,07 ^a
- P	179,33 ^a	88,33 ^a	109,00 ^a	1,53 ^a
2 P	181,67 ^a	113,33 ^a	109,67 ^a	4,63 ^a
- K	288,67 ^a	160,67 ^a	127,00 ^a	3,33 ^a
2 K	143,67 ^a	89,67 ^a	66,67 ^a	0,67 ^a
- Ca	133,33 ^a	126,33 ^a	87,33 ^a	5,93 ^a
2 Ca	280,00 ^a	133,00 ^a	94,67 ^a	1,73 ^a
- Mg	287,33 ^a	100,33 ^a	90,67 ^a	—
2 Mg	182,67 ^a	100,00 ^a	88,00 ^a	—
- S	275,67 ^a	141,33 ^a	98,33 ^a	3,13 ^a
2 S	137,00 ^a	76,67 ^a	76,33 ^a	—
2 Completo	191,33 ^a	68,33 ^a	68,33 ^a	0,57 ^a
D.M.S. (5%)	271,36	139,58	91,03	6,80
teste F	1,44 ^{ns}	1,04 ^{ns}	1,17 ^{ns}	2,81 [*]
C.V. (%)	44,86	41,90	32,83	81,96

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade.

Figura 7. Concentrações de cálcio (médias de 3 repetições).

Figura 8. Quantidades de cálcio (mg) (média de 3 repetições).

4.2.5.1. Concentração de Mg

Os teores de magnésio nas diversas partes da planta, bem como o resumo da análise de variância acham-se na Tabela 12.

Observa-se que houve uma redução na concentração de magnésio no caule e na folha nova quando este elemento foi omitido, em relação ao tratamento Completo (Tabela 12).

A sintomatologia observada nas plantas carentes em Mg neste trabalho não foram bem evidentes apresentando clorose em toda a planta. AVILAN ROVIRA (1971) e HAAG et alii (1975a) constataram que, assim como ocorreu para o Ca, as plantas deficientes em Mg apresentaram crescimento superior ao tratamento completo.

Com a omissão do nitrogênio da solução nutritiva houve diminuição no teor de magnésio no caule e na folha nova, em comparação ao tratamento Completo. Resultados semelhantes foram encontrados por FRAZZO (1985) e AVILAN ROVIRA (1971) porém, apenas no caule.

O teor de magnésio mais alto, nas folhas velhas, foi encontrado no tratamento -K, o qual foi superior aos teores dos tratamentos -N, -Ca, 2K e -Mg. Dados semelhantes foram observados por AVILAN ROVIRA (1971) no caule e nas folhas inferiores de cajueiro, quando encontrou um aumento na concentração de magnésio, ao omitir o potássio da solução nutritiva.

Houve uma redução na concentração de magnésio nas folhas novas, quando se adicionou dois níveis de potássio na solução, em relação ao tratamento Completo (Tabela 12).

As concentrações médias de Mg referentes aos tratamentos completo, -Mg, 2Mg e 2 completo encontram-se na Figura 9.

Tabela 12 - Concentração de magnésio na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caule	Fl. Nova	Fl. Velha	Flor
Completo	0,37 ^a	0,29 ^a	0,24 ^{abc}	0,08 ^a
- N	0,13 ^{bc}	0,16 ^{bcd}	0,15 ^{bc}	0,07 ^a
2 N	0,26 ^{abc}	0,16 ^{bcd}	0,19 ^{abc}	0,18 ^a
- P	0,22 ^{abc}	0,19 ^{abcd}	0,19 ^{abc}	0,06 ^a
2 P	0,28 ^{ab}	0,20 ^{abcd}	0,23 ^{abc}	0,22 ^a
- K	0,31 ^{ab}	0,25 ^{abc}	0,37 ^a	0,15 ^a
2 K	0,22 ^{abc}	0,15 ^{cd}	0,11 ^c	0,06 ^a
- Ca	0,30 ^{ab}	0,16 ^{bcd}	0,14 ^c	0,23 ^a
2 Ca	0,27 ^{abc}	0,21 ^{abc}	0,21 ^{abc}	0,17 ^a
- Mg	0,10 ^c	0,09 ^d	0,11 ^c	—
2 Mg	0,35 ^a	0,27 ^{ab}	0,26 ^{abc}	—
- S	0,34 ^a	0,25 ^{abc}	0,35 ^{ab}	0,24 ^a
2 S	0,29 ^{ab}	0,24 ^{abc}	0,23 ^{abc}	—
2 Completo	0,33 ^a	0,17 ^{bcd}	0,20 ^{ab}	0,05 ^a
D.M.S. (5%)	0,18	0,12	0,20	0,27
teste F	5,42 ^{**}	6,37 ^{**}	4,08 ^{**}	1,98 ^{ns}
C.V. (%)	22,32	19,13	31,06	66,41

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade.

Segundo GUIMARÃES (1982) altas doses de K na adubação da mangueira diminuem a absorção de Mg, induzindo sintomas de carência que podem, às vezes, desaparecer simplesmente, diminuindo a quantidade do primeiro.

FALADE (1978b) encontrou várias oscilações nos teores de magnésio em diversas partes da planta. Com o aumento de potássio na solução nutritiva, a concentração de magnésio decresceu na raiz e no caule.

MALAVOLTA et alii (1967) assinalam duas causas principais para a carência de magnésio do cafeeiro e de outras plantas estudadas, sendo antagonismo com o potássio uma delas. Via de regra, quando a absorção do potássio aumenta, a do magnésio diminui.

Na mesma Tabela 12 verifica-se que os teores de magnésio nas folhas novas dos tratamentos 2 Completo, 2N, -Ca e 2K foram inferiores ao do tratamento Completo.

A omissão de enxofre da solução nutritiva promoveu um aumento no teor de magnésio, nas folhas velhas, em comparação aos tratamentos 2K, -Mg e -Ca.

4.2.5.2. Quantidade de Mg

Não houve respostas significativas entre o tratamento Completo e os demais tratamentos, quanto a quantidade de magnésio no caule, folha nova e folha velha (Tabela 13).

No caule, a maior quantidade de magnésio foi verificada no tratamento -Ca, enquanto que nas folhas novas, o tratamento com omissão de potássio foi quem apresentou a maior quantidade deste

elemento. Ambos tratamentos foram superiores ao tratamento com omissão do magnésio.

Nas folhas velhas, o tratamento que recebeu potássio em excesso foi o que apresentou menor quantidade de magnésio, enquanto a maior quantidade foi constatada no tratamento com omissão de potássio, que por sua vez foi superior a quantidade obtida no tratamento em que usou-se dois níveis de magnésio.

Na Figura 10 acham-se as quantidades médias de Mg referentes aos tratamentos completo, -Mg, 2Mg e 2 completo.

Nas flores, os tratamentos que apresentaram maiores quantidades de magnésio foram -Ca, 2N, 2P, -K e -S não diferindo estes, significativamente, entre si. Somente o tratamento em que se omitiu o cálcio diferiu dos demais tratamentos, inclusive do Completo. Resultados semelhantes foram obtidos por FRAZZO (1985) em freijó, nas folhas inferiores e superiores sendo uma indicação do antagonismo existente entre esses nutrientes, fato já constatado por inúmeros autores trabalhando com várias espécies.

Tabela 13 - Quantidade de magnésio (mg) na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caule	Fl. Nova	Fl. Velha	Flor
Completo	82,00 ^{abcd}	36,33 ^{ab}	19,67 ^{ab}	0,70 ^b
- N	42,67 ^{cd}	23,00 ^{ab}	11,67 ^b	1,13 ^b
2 N	93,67 ^{abc}	36,33 ^{ab}	22,67 ^{ab}	5,30 ^{ab}
- P	75,67 ^{abcd}	27,00 ^{ab}	20,33 ^{ab}	1,10 ^b
2 P	102,33 ^{ab}	31,67 ^{ab}	24,67 ^{ab}	3,37 ^{ab}
- K	95,33 ^{abc}	57,00 ^a	37,33 ^a	2,77 ^{ab}
2 K	56,00 ^{bcd}	18,00 ^{ab}	8,33 ^b	0,40 ^b
- Ca	115,67 ^a	43,00 ^{ab}	13,33 ^b	6,83 ^a
2 Ca	79,00 ^{abcd}	38,00 ^{ab}	17,33 ^{ab}	1,27 ^b
- Mg	29,00 ^d	14,33 ^b	12,33 ^b	—
2 Mg	97,33 ^{abc}	36,00 ^{ab}	22,67 ^{ab}	—
- S	114,00 ^{ab}	36,33 ^{ab}	27,00 ^{ab}	2,00 ^{ab}
2 S	78,00 ^{abcd}	26,67 ^{ab}	17,67 ^{ab}	—
2 Completo	67,00 ^{abcd}	19,67 ^{ab}	13,67 ^b	0,30 ^b
D.M.S. (5%)	58,47	39,78	22,06	5,08
teste F	5,15 ^{**}	2,18 [*]	3,18 ^{**}	4,56 ^{**}
C.V. (%)	24,10	41,71	38,16	75,26

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade.

Figura 9. Concentrações de magnésio (médias de 3 repetições).

Figura 10. Quantidades de magnésio (mg) (média de 3 repetições).

4.2.6. Enxofre

"Além de fazer parte de alguns aminoácidos e de todas as proteínas vegetais, o S apresenta funções de ativador enzimático. Na fotossíntese participa da síntese de clorofila, da absorção do CO₂, da atividade da carboxilase do ribulose e de reações de fosforilação" (MALAVOLTA, 1979).

Segundo MALAVOLTA (1980) o sulfato é transportado predominantemente da base da planta para cima e a capacidade da planta para mover o S na direção inversa é muito pequena. Em caso de carência de S os sintomas aparecem por isso em primeiro lugar nas folhas mais novas.

As plantas não indicaram sintomas bem característicos de deficiência em S, apresentando uma clorose generalizada nas folhas novas de pequena intensidade.

AVILAN ROVIRA (1971), HAAG et alii (1975a) observaram em seus trabalhos, que a deficiência de S causara uma redução do crescimento e clorose nas folhas novas ao mesmo tempo que ficavam com consistência coreácea.

OHLEH & COESTER (1979) observaram clorose nas folhas novas, seguida de necrose. Algumas dessas folhas mostraram uma descoloração avermelhada nos pecíolos e nervuras centrais.

4.2.6.1. Concentração de S

Observa-se que a omissão de enxofre causou redução no teor desse elemento só na folha nova, quando em confronto com o

tratamento Completo (Tabela 14).

A omissão de nitrogênio da solução nutritiva provocou uma diminuição nas concentrações de enxofre no caule e nas folhas novas quando confrontadas com a do tratamento Completo. De acordo com THOMAZ et alii (1950), a estreita relação entre o metabolismo do enxofre e do nitrogênio dentro das plantas, baseia-se em grande parte, no fato de que os aminoácidos contendo enxofre são constituintes essenciais das proteínas da planta. O maior teor percentual do enxofre no caule foi o do tratamento 2 Completo, que por sua vez foi igual ao do tratamento que recebeu dois níveis de enxofre, o 2S.

Os tratamentos com omissão de fósforo, potássio, cálcio e magnésio não influenciaram a concentração de enxofre nos órgãos da planta, em relação ao tratamento Completo conforme mostra a Tabela 14.

Os teores médios de S em relação aos tratamentos completo, -S, 2S e 2 completo encontram-se na Figura 11.

A omissão de cálcio da solução promoveu um aumento no teor de enxofre, nas folhas velhas, em relação aos tratamentos com omissão do fósforo. FALADE (1978b) observou que com o aumento do nível de cálcio e magnésio, decresceu o teor de enxofre em várias partes da planta.

VENTURA (1987) utilizando diferentes doses de potássio, cálcio e magnésio no substrato para a cultura da soja, observou não afetar a concentração de S nas folhas superiores, folhas inferiores e no caule.

Tabela 14 - Concentração de enxofre na matéria seca das diversas partes da planta Cultivada em Solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caule	Fl. Nova	Fl. Velha	Flor
Completo	0,14 ^{abcd}	0,26 ^a	0,25 ^{ab}	0,05 ^a
- N	0,06 ^e	0,14 ^c	0,27 ^{ab}	0,05 ^a
2 N	0,10 ^{cde}	0,26 ^a	0,29 ^{ab}	0,16 ^a
- P	0,08 ^{de}	0,21 ^{abc}	0,22 ^b	0,04 ^a
2 P	0,11 ^{bcd}	0,24 ^{ab}	0,28 ^{ab}	0,14 ^a
- K	0,11 ^{cde}	0,19 ^{abc}	0,28 ^{ab}	0,09 ^a
2 K	0,16 ^{abc}	0,22 ^{abc}	0,29 ^{ab}	0,05 ^a
- Ca	0,14 ^{abcde}	0,21 ^{abc}	0,34 ^a	0,14 ^a
2 Ca	0,13 ^{abcde}	0,18 ^{abc}	0,30 ^{ab}	0,09 ^a
- Mg	0,16 ^{abc}	0,25 ^{ab}	0,33 ^{ab}	—
2 Mg	0,14 ^{abcd}	0,19 ^{abc}	0,28 ^{ab}	—
- S	0,07 ^{de}	0,16 ^{bc}	0,29 ^{ab}	0,15 ^a
2 S	0,19 ^{ab}	0,22 ^{abc}	0,32 ^{ab}	—
2 Completo	0,20 ^a	0,23 ^{abc}	0,28 ^{ab}	0,05 ^a
D.M.S. (5%)	0,08	0,10	0,11	0,18
teste F	7,87 ^{**}	3,90 ^{**}	2,00 ^{ns}	1,78 ^{ns}
C.V. (%)	20,01	15,57	12,98	68,20

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade.

4.2.6.2. Quantidade de S

As quantidades médias de enxofre para as diferentes partes da planta, e o resumo da análise de variância, são mostradas na Tabela 15.

Observa-se que, de um modo geral, a omissão de cálcio promoveu um aumento expressivo nas quantidades de enxofre em todas as partes da planta, sendo que na flor esse aumento foi significativo em relação aos tratamentos 2 completo, 2K, completo e -P. MALAVOLTA (1977) afirma que a absorção de enxofre depende diretamente de sua concentração e indiretamente das concentrações de cálcio e magnésio.

As quantidades médias de S em relação aos tratamentos completo, -S, 2S e 2 completo encontram-se na Figura 12.

No caule e nas folhas novas o tratamento -Ca foi superior apenas ao tratamento com omissão de nitrogênio enquanto que nas folhas velhas não ocorreu diferenças entre os tratamentos.

A adição de nitrogênio (2N) à solução promoveu aumento significativo na quantidade de enxofre notadamente nas folhas novas, folhas velhas e flores, equivalentes à omissão de cálcio.

Tabela 15 - Quantidade de enxofre (mg) na matéria seca das diversas partes da planta cultivada em solução nutritiva, em função dos tratamentos e resumo da análise de variância (Média de 3 repetições).

Tratamentos	Partes da Planta			
	Caule	Fl. Nova	Fl. Velha	Flor
Completo	30,00 ^{ab}	32,33 ^{ab}	21,00 ^a	0,40 ^c
- N	18,67 ^b	20,00 ^b	21,67 ^a	0,90 ^{bc}
2 N	35,33 ^{ab}	57,00 ^a	34,33 ^a	4,73 ^a
- P	29,00 ^{ab}	29,67 ^{ab}	24,33 ^a	0,73 ^c
2 P	45,00 ^{ab}	40,33 ^{ab}	29,67 ^a	2,17 ^{abc}
- K	34,67 ^{ab}	40,67 ^{ab}	29,33 ^a	1,67 ^{abc}
2 K	41,00 ^{ab}	24,33 ^{ab}	20,67 ^a	0,30 ^c
- Ca	55,33 ^a	56,00 ^a	33,00 ^a	4,17 ^{ab}
2 Ca	39,00 ^{ab}	31,33 ^{ab}	26,33 ^a	0,63 ^c
- Mg	48,67 ^{ab}	38,33 ^{ab}	26,00 ^a	—
2 Mg	38,00 ^{ab}	25,67 ^{ab}	25,33 ^a	—
- S	24,00 ^{ab}	22,67 ^{ab}	22,00 ^a	1,23 ^{bc}
2 S	50,00 ^{ab}	24,00 ^{ab}	24,33 ^a	—
2 Completo	41,00 ^{ab}	25,67 ^{ab}	19,33 ^a	0,27 ^c
D.M.S. (5%)	33,27	34,62	22,06	3,43
teste F	2,57 [*]	3,14 ^{**}	1,20 ^{ns}	5,32 ^{**}
C.V. (%)	29,20	34,39	28,70	74,27

Médias seguidas de letras não comuns, representam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

** significativo a 1% de probabilidade.

Figura 11. Concentrações de enxofre (médias de 3 repetições).

Figura 12. Quantidades de enxofre (mg) (média de 3 repetições).

5. CONCLUSÕES

As condições do experimento permitiram extrair as seguintes conclusões:

- a) As diferentes quantidades de macronutrientes aplicados na substrato não promoveram respostas na produção de matéria seca do cajueiro.
- b) A omissão de N provocou uma diminuição na concentração de N e de S no caule e nas folhas novas; o mesmo tratamento ocasiona uma elevação na concentração de P nas folhas novas e também na quantidade de P no caule e nas folhas novas.
- c) O excesso de N aumentou a quantidade de K e de S na flor.
- d) A omissão de P diminuiu a concentração desse elemento apenas no caule.
- e) A omissão de K diminuiu a sua concentração no caule, nas folhas velhas e nas folhas novas.

f) O excesso de K diminui a concentração de Mg nas folhas novas e elevou a concentração desse elemento no caule e nas folhas velhas.

g) A omissão de Ca aumentou as quantidades de N, P, K, Mg e S nas flores e apenas a quantidade de P no caule.

h) A omissão de Mg diminui sua concentração no caule e nas folhas novas.

i) A omissão de S diminuiu a concentração desse elemento nas folhas novas.

j) O tratamento com doses duplas de macro e micronutrientes elevou a concentração de K nas folhas velhas e elementos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANKAIAH, S. Effect of foliar fertilization of nitrogen on cashew.
Indian Cashew Journal, Cochin, 13(2): 15-7, 1980.

ANKAIAH, S. & RAD, P.V. Studies on the age of leaf, time of
absorption and concentration of ureia spray on cashew. Indian
Cashew Journal, Cochin, 15(3): 19-21, 1983.

AVILAN ROVIRA, L. Efeitos e sintomas das deficiências de
macronutrientes no crescimento e na composição mineral do cajueiro
(*Anacardium occidentale* L.)¹ Piracicaba, 1971. 48p. (Mestrado -
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

BARROS, L.M. Melhoramento. In: LIMA, V.P.M.S., org. A cultura do
cajueiro no Nordeste do Brasil. Fortaleza, BND, 1988a. cap.12,
p.321-56. (Estudos Econômicos e Sociais, 35).

BARROS, L.M.; ARAÚJO, F.E.; ALMEIDA, J.I.L.; TEIXEIRA, L.M.S. A
cultura do cajueiro anão. Fortaleza, EPACE, 1984. 67p. (EPACE.
Documentos, 3).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Caju. Aspectos da distribuição e produção do caju no Estado do Ceará. Fortaleza, 1988. 12p. (EMBRAPA-CNPCa. Documentos, 1).

EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas. Trad. de E. MALAVOLTA. São Paulo, USP, 1975. 341p.

FALADE, J.A. Effects of macronutrients on the growth and dry matter accumulation of cashew (*Anacardium occidentale* L.). Turrialba, San Jose, 28(2): 123-7, 1978a.

FALADE, J.A. Effects of macronutrients on mineral distribution in cashew (*Anacardium occidentale* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture, Essex, 29(2): 81-6, 1978b.

FALADE, J.A. Variability in soils and cashew tree size. Journal of Plantation Crops, Kerala, 12(1): 30-7, 1984.

FRANÇA, F.M.C. Produção, comercialização e mercado. In: LIMA, V.P.M.S., org. A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil. Fortaleza, BNB, 1988. cap.14, p.403-49. (Estudos Econômicos e Sociais, 35).

FRAZZO, D.A.C. Sintomatologia das carências de macronutrientes em casa de vegetação e recrutamento de nutrientes pelo freijó (*Cordia goeldiana*, HUBER) aos 2, 3, 4 e 8 anos de idade implantado em latossolo amarelo distrófico, Belterra, Pará. Piracicaba, 1985. 194p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

GEORGE, T.E.; VEERARAGHAVAN, P.G.; RAD, D.S. Studies on the leaf nutrient content of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in relation to methods of fertilizer application. Indian Cashew Journal, Cochin, 16(2): 11-3, 1984.

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 12.ed. São Paulo, Nobel, 1997. 467p.

GUIMARÃES, P.T.G. Nutrição e adubação da mangueira. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 8(86): 28-35, fev. 1982.

HAAG, H.P. Efeitos das deficiências e excessos de macronutrientes no crescimento e na composição da cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. Bourbon (B. Roch.) Chouss) cultivado em solução nutritiva. Piracicaba, 1958. 103p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D. de; DECHEN, A.R. Nutrição mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) I. Deficiência dos macronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3., Rio de Janeiro, 1975. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1975a. v.1, p.57-62.

HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D. de; SCOTON, L.C.; DECHEN, A.R. Nutrição mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). III. Absorção de nutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3., Rio de Janeiro, 1975. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1975b. p.69-75.

HANAMASHETTI, S.I.; HEGDE, M.; HIREMATH, I.G.; KHAN, M.M. Effect of different levels of fertilizers on yield of young cashew trees. South Indian Horticulture, Coimbatore, 33(3): 190-2, 1985.

KAMAL, A.J.; RAHMAN, W.A.; YAACOB, O. The effect of liming and phosphorus application on the leaf nutrient contents of cashew on tin tailing and bris soils in Malaysia. Acta Horticulturae, Wageningen, 108: 91-4, 1985.

KRISHNAMURTHY, K.; KHAN, M.M.; HIREMATH, I.G.; NAGARAJU, A.P.; MALLIK, B.; HEGDE, M. Nutritional and cultural management of cashew. In:———. Three decades of cashew resench at agricultural research station, 1954-1984. Ullal, Universith of Agricultural Sciences, 1985. p.25-30. (Station Technical Bulletin, 3).

- KUMAR, P.H. Effect of aluminium on the growth of cashew seedlings (*Anacardium occidentale* L.) in sand culture. Indian Cashew Journal, Cochin, 13(4): 9-11, 1981.
- KUMAR, P.H. Nutrient distribution in cashew (*Anacardium occidentale* L.). Indian Cashew Journal, Cochin, 14(3): 13-7, 1982.
- KUMAR, P.H. & KHADER, B.A. Root proliferation in cashew seedlings as influenced by soil texture. Indian Cashew Journal, Cochin, 15(2): 7-14, 1983.
- KUMAR, P.H. & NAGABHUSHANAM. Leaf nutrient content of cashew (*Anacardium occidentale* L.) as influenced by different methods of fertiliser application. Indian Cashew Journal, Cochin, 13(3): 9-11, 1981.
- KUMAR, P.H.; MURTHY, K.N.; NAIR, B.P. Seasonal fluctuations in the nutrient composition of cashew leaf tissue (*Anacardium occidentale*). Indian Cashew Journal, Cochin, 14(2): 17-21, 1981.
- KUMAR, P.H.; NAIR, B.P.; RAKHIAPPAN, P. Variation in mineral composition of leaves of cashew (*Anacardium occidentale* L.) as affected by season, position and age. Indian Cashew Journal, Cochin, 14(1): 7-10, 1982.

- KUMAR, P.H.; RAKIAPPAN, P.; NAIR, B.P.; MOHAN, E.; NAGABHUSHANAM, S.
Effect of season position and age of leaf on the major nutrient composition of cashew. Acta Horticultural, Wageningen, 108: 293-4, 1985.
- LEFEBVRE, A. Indications preliminaires sur la fertilisation de l'anacardier. Fruits D'outre Mer, Paris, 25(9): 621-8, 1970.
- LEFEBVRE, A. Anomalie des "petites fevilles" de l'anacardier. Fruits, Paris, 28(9): 631-6, 1973a.
- LEFEBVRE, A. La fertilisation minerale de l'anacardier. Fruits, Paris, 28(10): 691-7, 1973b.
- MAIA, G.A. Prefácio. In: LIMA, V.P.M.S., org. A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil. Fortaleza, BNB, 1988. p.19-88. (Estudos Econômicos e Sociais, 35).
- MALAVOLTA, E. Absorção e transporte de íons e nutrição mineral. In: FERRI, M.G., coord. Fisiologia vegetal. São Paulo, USP, 1979. v.1, p.77-113.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. O potássio e a planta. Piracicaba, Inst. Potassa/Fosfato, 1977. 41p. (Boletim Técnico, 1).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. Piracicaba, Potafós, 1989. 201p.

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOB^o, M.O.C. Nutrição mineral de algumas culturas tropicais. São Paulo, Pioneira, 1967. 251p.

MENON, M.A. & SULLADMATH, U.V. Mineral nutrition of cashew (*Anacardium occidentale* L.). Indian Cashew Journal, Cochin, 14(2): 7-13, 1982.

NAMBIAR, M.C. & HARIDASAN, M. Fertilising cashew for higher. Indian Farming, 28(12): 16-7, 1979.

OHLER, J.G. & COESTER, W.A. Symptons of mineral deficiencies in cashew seedlings. Indian Cashew Journal, 12(1): 5-9, jan./jun. 1979.

PARENTE, J.I.G. & ALBUQUERQUE, J.J.L. Adubação mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) em Pacaju, no litoral cearense. Ciência e Cultura, São Paulo, 24: 372-5, 1971.

- REDDY, A.V.; RAO, P.V.N.; ANKAIAH, S.; RAO, I.V.S. Cashew NPK nutrition in relation to growth under graded doses of nitrogen fertilization. Indian Cashew Journal, Cochin, 14(4): 15-21, 1981.
- SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica, Piracicaba, 1: 231-3, 1975.
- SAWKE, D.P.; GUNJATE, R.T.; LIMAYE, V.P. Effect of nitrogen, phosphorus and potash fertilization on growth and production of cashewnut. Acta Florticulturæ, Wageningen, 108: 95-9, 1985.
- THOMAZ, M.D.; HENDRICKS, R.H.; HILL, G.R. Sulfur content of vegetation. Soil Science, 70(1): 9-17, 1950.
- 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, 1987. 65p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- VIDYACHANDRA, B.; HANAMASHETTI, S.I. Response of cashew to nitrogen, phosphorous and potash application. Indian Cashew Journal, Cochin, 16(3): 17-8, 1984.
- YAACOB, D. & KAMAL, A.J.M. The nutrition of cashew on the sandy soils of Malaysia. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, 14(8): 679-88, 1983.

YAACOB, O.; NGAH, W.A.R.; KAMAL, A.J. Effect of rainfall, age and position on the nutrient content of cashew leaf on tin tailing in Malaysia. Acta Horticulturae, Wageningen, 108: 85-90, 1985.

ZECH, W. Investigations on the occurrence of potassium and zinc deficiencies in plantations of *Gmelina arborea*, *Azadirachta indica* and *Anacardium occidentale* in semi-arid areas of West Africa. Potash Review. Subj.22 Forestry, Berne, (1): 1-5, 1984.