

Ítalo H. L. Cavalcante¹Gerônimo F. Silva²Lourival F. Cavalcante²Djail Santos²Márkilla Z. Beckmann-
Cavalcante³

Composição mineral de folhas da goiabeira Paluma em função da adubação sulfato-nitrogenada

RESUMO

A determinação dos níveis corretos de nutrientes a serem fornecidos às plantas cultivadas, é fundamental para obtenção de produtividades elevadas, especialmente para a goiabeira, frutífera importante para o Brasil, cuja fertilização ainda é feita de forma empírica. Neste sentido, foram avaliados os efeitos de doses de sulfato de amônio (0; 1,25; 2,5; 3,9 e 5,0 kg ha⁻¹), aplicadas via água de irrigação, na composição mineral de folhas da goiabeira (*Psidium guajava* L., cv. Paluma). O experimento foi desenvolvido no município de Remígio, Paraíba, com cinco tratamentos distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Aos 22 dias após o transplante, as plantas se apresentaram adequadamente equilibradas em N, Mg, S, Fe, Mn e Zn mas deficientes em Ca, B e Cu. O potássio não foi adequadamente suprido apenas para a testemunha enquanto o fósforo foi suficiente só na dose de 3,90 kg.ha⁻¹. Os suprimentos de N e S afetaram os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Fe e Mn, porém não influenciaram os teores de B, Cu e Zn.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L., composição mineral, sulfato de amônio

Mineral composition of leaves of guava cv. Paluma as a function of nitrogen-sulfate fertilization

ABSTRACT

Determining the correct nutrient supply of cultivated plants is fundamental to obtain high yields, especially for guava, an important fruitcrop for Brazil whose fertilization is still based on empirical methods. In this way, the effects of ammonium sulfate doses (0; 1,25; 2,5; 3,9 e 5,0 kg ha⁻¹), applied through irrigation water, on the macro and micronutrient leaf concentrations of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma were evaluated. The experiment was carried out in the municipality of Remigio, Paraíba State, Brazil with treatments distributed in a randomized block design, with four replications. After 22 days of transplanting, guava plants were adequately supplied with N, Mg, S, Fe, Mn e Zn, but deficient in Ca, B and Cu. Potassium supply was optimum, except for control treatment, while phosphorus was sufficient only for the 3,90 kg ha⁻¹ dose. The nitrogen-sulfate fertilization affected N, P, K, Ca, Mg, Fe and Mn leaf content, but had no influence on B, Cu and Zn concentration leaf

Key words: *Psidium guajava* L., leaf nutrients concentration, ammonium sulphate

¹ Eng. Agrônomo, UFPI

² UFPA

³ UEPB

INTRODUÇÃO

A goiabeira é originária da região tropical da América do Sul e se encontra amplamente difundida em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (Medina, 1988; Rozane et al., 2003). Dada à grande importância não só por seu elevado valor nutritivo, como fonte de vitaminas C, A e B, pectina e seu sabor e aroma característicos (Pereira & Martinez Júnior, 1986), mas também por sua aceitação *in natura*, devido possibilidade de industrial, além da capacidade que as plantas têm de se desenvolver em condições nas mais adversas situações de clima e solo (Chitarra, 1994; Franco et al., 2006).

Apesar de significativa e disseminada por quase todo o mundo, as informações sobre as exigências nutricionais da goiabeira são ainda pouco freqüentes na literatura, situação que, para alguns autores, como Martinez Júnior & Pereira (1986), Natale (1996), Salvador et al. (2000), Guerra & Bautista (2002) e Cavalcante et al. (2005), expressa a necessidade de estudos sistemáticos sobre a nutrição mineral para a cultura. De acordo com Maia et al. (1998), um dos fatores para aumentar a produção e, conseqüentemente, as exportações, é conhecer os níveis corretos de adubação para elevar a produção da goiaba, uma vez que não são freqüentes os resultados de pesquisas realizadas no Brasil e em outros países, no sentido de estabelecer as verdadeiras necessidades nutricionais dessa cultura. Assim, a adubação da goiabeira é feita, geralmente, de maneira empírica, não tendo as recomendações sobre a matéria o devido respaldo técnico-científico (Medeiros et al., 2004).

Portanto, é notória a necessidade de se determinar os quantitativos adequados de fertilizantes fornecidos à goiabeira para obtenção de níveis recomendados como suficientes para a cultura, destacando-se principalmente o nitrogênio e o enxofre, como elementos que podem ser fornecidos às plantas a partir de uma fonte química (sulfato de amônio) e requeridos em elevadas quantidades pela goiabeira, durante as diferentes fases fenológicas da cultura, destacando-se que são, respectivamente, os primeiro e quarto elementos mais extraídos pela goiabeira, conforme Salvador et al. (2000).

A avaliação do estado nutricional das culturas constitui um dos maiores desafios para pesquisadores em fertilidade do solo e nutrição de plantas, sobretudo em países onde ocorrem limitações na produtividade decorrentes de desequilíbrios nutricionais (Carvalho et al., 2002); assim, o emprego da análise foliar como diagnose do estado nutricional de plantas, torna-se fundamental, sobremaneira ao se basear na premissa de existência de correlações significativas entre teores de nutrientes determinados nas amostras e o crescimento ou os componentes de produção da cultura (Brizola et al., 2005).

Dentre os macronutrientes o nitrogênio é o que exerce efeitos mais rápidos e pronunciados sobre o desenvolvimento dos vegetais, constituindo-se no principal componente de algumas proteínas e controlador da absorção de potássio e fósforo, além de outros nutrientes pelas plantas (Coelho, 1997; Silva et al., 2002). Avaliando os efeitos da omissão simples e combinada de dois nutrientes, estabelecida entre os macronutrientes N, P, K e S, sobre a composição de macronutrientes na cultura da goiabeira, Salvador et al. (1999) concluíram

que a omissão de N aumentou as concentrações de K e Ca nas folhas. Alguns autores verificaram aumentos de B, Zn, Cu e Mn na parte aérea das plantas em função de adubações nitrogenadas, o que também, foi observado em goiaba, por Natale (1993) e para Mn, B, Zn e Cu em milho por Thompson (1962) e Resende et al. (1997).

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a influência de doses crescentes de fertilização sulfato-nitrogenada nos teores de macro e micronutrientes na matéria seca foliar da goiabeira Paluma, aos 22 meses após o transplantio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Remígio, PB, localizado a 6°53'00" S, 36°02'00" W e a uma altitude de 470 m acima do nível do mar.

O clima do município é do tipo As', quente e úmido, com chuvas de março a julho. As pluviosidades no local do experimento foram de 554, 1355, 775, 920 e 850 mm nos anos de 1999, 2000, 2001, 2002 e 2003, respectivamente. No mesmo período, a temperatura média do ar foi de 24,5 °C e a umidade relativa entre 75 e 80%.

O solo é de textura arenosa, suavemente ondulado, profundo e bem drenado, com características físicas propícias ao cultivo da goiabeira. Quanto à fertilidade, é ligeiramente ácido, deficiente em matéria orgânica, fósforo e cálcio. Antes do preparo das covas amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm, para determinação dos atributos físicos e químicos, apresentados na Tabela 1. Utilizaram-se os procedimentos metodológicos contidos em Black (1965), para as análises físicas e os sugeridos pela EMBRAPA (1997), para as químicas.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, os tratamentos correspondendo às fertilizações sulfato-nitro-

Tabela 1. Alguns atributos físicos e químicos do solo antes da instalação do experimento

Table 1. Some physical and chemical attributes of the soil before the installation of the experiment

| Atributos físicos | Valores | Atributos químicos | Valores |
|--------------------------------------|---------|---|---------|
| Areia (g kg ⁻¹) | 834 | pH em água (1,0:2,5) | 6,2 |
| Silte (g kg ⁻¹) | 124 | P (mg dm ⁻³) | 9 |
| Argila (g kg ⁻¹) | 42 | K (mg dm ⁻³) | 47 |
| Ada (g kg ⁻¹) | 25 | H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,99 |
| GF (%) | 41 | Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,1 |
| Ds (g cm ⁻³) | 1,4 | Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,33 |
| Dp (g cm ⁻³) | 2,68 | Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 1,35 |
| Pt (m ³ m ⁻³) | 0,48 | Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 1,15 |
| Ucc (g kg ⁻¹) | 105 | SB (cmol _c dm ⁻³) | 2,95 |
| Upmp (g kg ⁻¹) | 29 | CTC (cmol _c dm ⁻³) | 3,94 |
| Ad (g kg ⁻¹) | 76 | MO (g dm ⁻³) | 11,4 |

Ada = argila dispersa em água; GF = Grau de floculação; Ds = Densidade do solo; Dp = Densidade de partículas; Pt = Porosidade total; Ucc = Umidade de capacidade de campo; Upmp = Umidade de ponto de murcha; Ad = Água disponível; SB = Soma de bases; CTC = Capacidade de troca catiônica; MO = Matéria orgânica.

genadas de 0; 1,25; 2,50; 3,90 e 5,00 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, com quatro repetições e cinco plantas por parcela.

As covas foram abertas nas dimensões de 50 x 50 x 50 cm e incorporados 10 L de esterco bovino de relação C/N=18/1, juntamente com 200 g cova⁻¹ de calcário calcítico com base na análise do solo. Após o período de solubilização do calcário, 30 dias após a aplicação, conforme valores de pH das covas foram aplicados superfosfato simples e cloreto de potássio correspondendo a quinze dias antes do plantio (Silva et al., 1994; Natale et al., 1996).

O plantio foi feito em uma área de relevo suavemente ondulado, em 21 de abril de 2001, no espaçamento de 5 x 5 m, na densidade de plantio correspondente a 400 plantas por hectare, utilizando-se mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cultivar Paluma, propagadas vegetativamente por estaquia.

A fertilização com nitrogênio, nos primeiros cinco meses da goiabeira, constou da aplicação mensal no solo de 0; 5; 10; 15 e 20 g planta⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio, a partir dos primeiros 30 dias após o transplantio. Fez-se a adubação potássica no solo a partir dos noventa dias sendo aplicados, a cada dois meses, 20 g K₂O por planta, na forma de cloreto de potássio. A partir do sexto mês as adubações com nitrogênio e potássio foram realizadas juntamente com a água de irrigação, em cuja prática as doses de ambos os nutrientes foram reduzidas em 50%, tendo em vista que quando esses fertilizantes são aplicados diretamente no solo, ocorrem perdas da ordem de 50% para o potássio e de 30% para o nitrogênio (São José et al., 2000), e quando o fornecimento é feito juntamente com a água de irrigação, essas perdas são diminuídas, assim, a aplicação do nitrogênio via água de irrigação passou a ser feita semanalmente e as doses fortes aplicadas foram reduzidas em 50%, divididas por quatro e com isto a fertilização constou de 0; 1,25; 2,5; 3,90 e 5,00 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. Quanto ao potássio foram aplicados 10 g de K₂O por planta oriundos do cloreto de potássio, dissolvidos em 20 L de água e fornecidos quinzenalmente a cada planta.

A irrigação foi efetuada pelo método xique-xique de aplicação localizada, com uma vazão nominal de 38 L h⁻¹. A partir do início da estiagem de 2003, cada planta foi irrigada na frequência de 48 horas, com 40 L de água não salina de condutividade elétrica 0,35 dS m⁻¹, com base na evaporação diária em tanque classe A corrigido de acordo com o coeficiente de cultura (Kc) da videira, conforme recomendam Gonzaga Neto & Soares (1994) visto que não são conhecidas na literatura informações sobre o Kc para a goiabeira.

A composição mineral na matéria seca das folhas foi avaliada aos 22 meses após implantação da cultura. As folhas foram amostradas na época de pleno florescimento da cultura, coletando-se dez pares de folhas recém-maduras por planta, a partir do ápice dos ramos intermediários. Quantificaram-se os teores de nitrogênio em soluções obtidas de extratos preparados por digestão sulfúrica, pelo método microkjeldahl e o fósforo, extraído via digestão nitroperclórica, por colorimetria. Os teores de potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco, foram determinados a partir de leituras no espectrofotômetro de absorção atômica. O enxofre foi quantificado empregando-se o método por turbidometria e a extra-

ção do boro foi efetuada através da incineração do material foliar em forno mufla na temperatura entre 550 e 650 °C (Tedesco et al., 1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial (Ferreira, 2000). Realizou-se a análise de variância em função do nível de significância no teste F; para as doses de nitrogênio procedeu-se ao estudo de regressão para os componentes de primeiro e segundo grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para os teores de macro e micronutrientes nas folhas estão apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente, nas quais se observa a ocorrência de efeitos das doses de sulfato de amônio nos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio para os macronutrientes e apenas nos teores de ferro e manganês para os micronutrientes.

Tabela 2. Resultados da análise de variância para os teores de macronutrientes na matéria seca das folhas de goiabeira cultivar Paluma, aos 22 meses de idade, em função da adubação sulfato-nitrogenada

Tabela 2. Results of variance analysis of the macronutrient content in dry matter of guava cultivar Paluma leaves, at 22 months age, as a function of nitrogen-sulfate fertilization

| Sulfato de amônio kg ha ⁻¹ | N | P | K | Ca | Mg | S |
|--|--------------------|---------|--------|-------|-------|--------------------|
| | g kg ⁻¹ | | | | | |
| 0,00 | 16,3 | 1,42 | 14,3 | 9,8 | 3,9 | 2,9 |
| 1,25 | 16,8 | 1,63 | 15,8 | 10,6 | 3,7 | 2,9 |
| 2,50 | 17,2 | 1,68 | 16,2 | 11,7 | 3,5 | 3,0 |
| 3,90 | 21,6 | 2,01 | 18,8 | 9,9 | 3,3 | 3,2 |
| 5,00 | 22,8 | 1,94 | 19,7 | 8,7 | 3,2 | 3,4 |
| Teste F | 12,81** | 11,59** | 7,26** | 3,89* | 4,78* | 1,59 ^{ns} |
| C.V. (%) | 8,7 | 8,1 | 9,8 | 10,9 | 13,4 | 11,5 |

ns - não significativo; * e ** - respectivamente, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F; C.V. - coeficiente de variação

Tabela 3. Resultados da análise de variância para os teores de micronutrientes na matéria seca das folhas de goiabeira cultivar Paluma, aos 22 meses de idade, em função da adubação sulfato-nitrogenada

Table 3. Results of variance analysis of the micronutrient contents in dry matter of guava cultivar Paluma leaves contents, at 22 months of age, as a function of nitrogen-sulfate fertilization

| Sulfato de amônio kg ha ⁻¹ | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
|--|---------------------|--------------------|---------|--------|--------------------|
| | mg kg ⁻¹ | | | | |
| 0,00 | 10,8 | 9,4 | 169 | 228 | 30 |
| 1,25 | 13,2 | 9,6 | 164 | 230 | 32 |
| 2,50 | 13,5 | 10,2 | 138 | 252 | 34 |
| 3,90 | 15,4 | 12,4 | 130 | 253 | 35 |
| 5,00 | 14,5 | 10,4 | 121 | 257 | 30 |
| Teste F | 2,48 ^{ns} | 3,10 ^{ns} | 13,87** | 7,72** | 3,88 ^{ns} |
| C.V. (%) | 10,9 | 8,1 | 7,9 | 4,0 | 9,0 |

ns - não significativo; * e ** - respectivamente, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F; C.V. - coeficiente de variação

Os valores das concentrações indicadas se situam dentro das faixas consideradas adequadas, por Salvador et al. (2000), com exceções para o P e o Ca (Tabela 2). Conforme os autores, plantas de goiabeira isentas de deficiência mineral devem conter, na matéria seca da terceira folha e a partir do ápice: 16,22 g kg⁻¹ N; 1,99 g kg⁻¹ P; 14,62 g kg⁻¹ K; 12,50 g kg⁻¹ Ca; 3,01 g kg⁻¹ Mg e 2,86 g kg⁻¹ S. Quanto aos micronutrientes, os valores se mantiveram dentro das faixas consideradas adequadas por Natale et al. (1996), com exceções para o B e o Cu, os quais apresentaram valores bem abaixo daqueles considerados adequados (Tabela 3). De acordo com os autores, plantas de goiabeira Paluma isentas de deficiência em micronutrientes devem conter, na matéria seca da terceira folha a partir do ápice, teores entre 20-25 mg kg⁻¹ B; 20-40 mg kg⁻¹ Cu; 60-90 mg kg⁻¹ Fe; 40-80 mg kg⁻¹ Mn e 25-35 mg kg⁻¹ Zn.

Apesar das plantas apresentarem teores de P, Ca, B e de Cu, abaixo do considerado normal, não se observaram, no campo, sintomas visuais de deficiência desses nutrientes. As deficiências de P e Ca podem estar associadas à deficiência de B; esses resultados estão de acordo com Salvador et al. (1999) que, após estudarem os sintomas visuais de deficiência mineral na goiabeira, verificaram que a falta de B acarretou diminuição nos teores de Ca e P. A redução do teor de Ca pode ser causa da menor taxa de transpiração que ocorre quando há deficiência do nutriente, uma vez que o Ca depende do fluxo transpiratório para ascender às partes mais novas das plantas (Isermann, 1970). Para Marschner (2005), a existência da interação Ca x B está alicerçada no fato de ambos exercerem função estrutural da lamela média e da parede celular. Adicionalmente, o B se caracteriza como nutriente que influencia a atividade de componentes específicos de membranas celulares, importantes no transporte de P (Tariq & Mott, 2007). Segundo Malavolta et al. (1997), a deficiência de B acarreta diminuição da atividade da ATPase reduzindo, assim, a disponibilidade de energia para a absorção iônica ativa e passagem de açúcares-P e aminoácidos. De acordo com Hu & Brow (1997), devido à imobilidade do B no floema existe a necessidade contínua de suprimento do nutriente durante todo o período vegetativo da planta. Malavolta (1980) relatou que a deficiência de B, juntamente com a de Zn, é das mais comuns no Brasil, devido principalmente à pobreza dos solos em matéria orgânica ou em B total, a falta de umidade, com inibição do processo de mineralização da matéria orgânica e a calagem excessiva. Quanto à deficiência de Cu na cultura, ela pode ter resultado da pobreza do solo em relação ao nutriente, já que não foram feitas análises de micronutrientes no solo antes da implantação do experimento nem as plantas exibiram sintomas de carência do nutriente. Por outro lado, observa-se que o sulfato de amônio tem poder de acidificação (Raij, 1991) o que pode ter reduzido o pH do solo inicialmente e incrementado a disponibilidade do Cu, justificando o incremento das concentrações desse elemento com o aumento das doses de sulfato de amônio até a dose de 3,90 kg.ha⁻¹, apesar das conclusões de Malavolta (2006) ao afirmar que a adição de N em solos pobres em Cu, pode induzir a deficiências de Cu nas culturas, quando a fonte nitrogenada é amoniacal.

Os teores de S, B, Cu e Zn na matéria seca foliar não foram afetados pelo suprimento de N e S (Tabelas 2 e 3). Pelos resultados da análise de variância para as doses de sulfato de amônio, permite-se apenas observar os efeitos nos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro e manganês (Figuras 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3A e 3B, respectivamente).

Apesar da ausência de significância estatística para os resultados de S, observa-se um incremento no teor foliar do

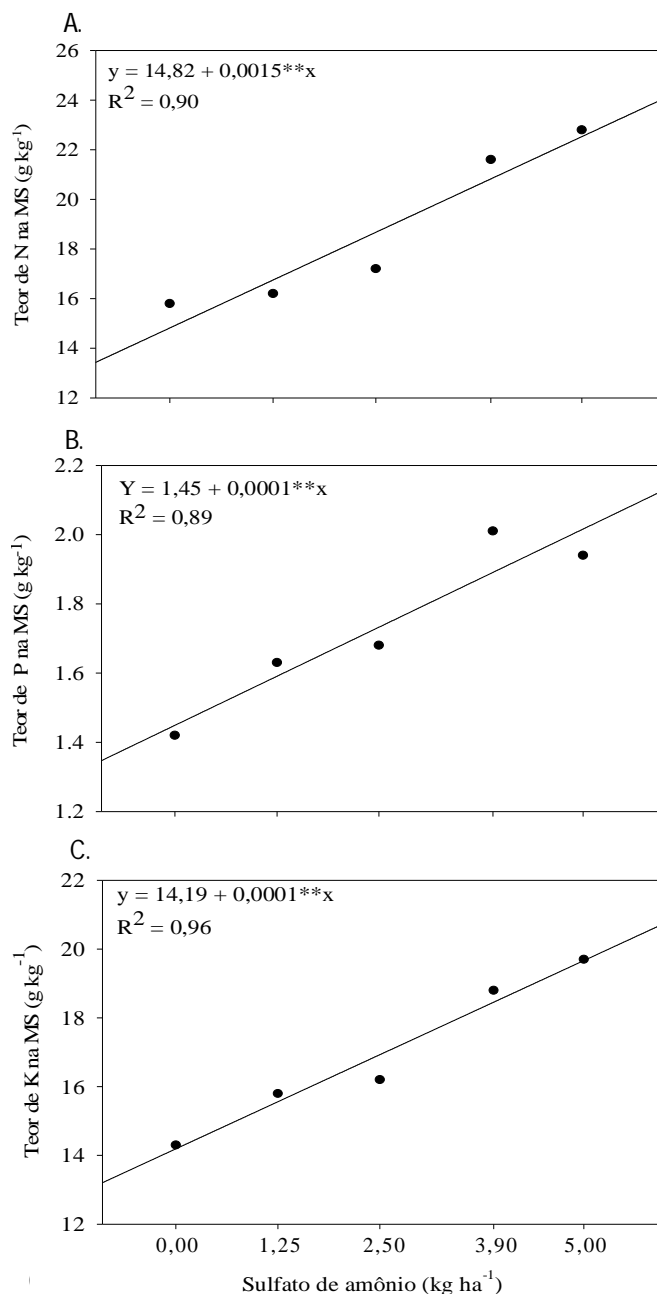


Figura 1. Teores de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) na matéria seca foliar da goiabeira Paluma, em função da adubação sulfato-nitrogenada aplicada ao solo via água de irrigação

Figure 1. Nitrogen (A), phosphorus (B) and potassium (C) contents in the dry matter of guava cv. Paluma leaves, as a function of nitrogen-sulfate fertilization applied to soil through irrigation water

elemento com o fornecimento de maiores doses de sulfato de amônio registrando-se, do menor para o maior nível, uma diferença de aproximadamente 15% (Tabela 2).

Os teores de nitrogênio na matéria seca foliar aumentaram linearmente em função das doses de sulfato de amônio aplicadas (Figura 1A). Esses resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Natale et al. (1995), em que os teores de nitrogênio nas folhas de goiabeira cultivar Paluma tiveram seus valores aumentados com o aumento das doses do fertilizante nitrogenado. Segundo os autores, fatos como esses são esperados visto que a planta reflete o conteúdo de nutrientes disponíveis no solo.

Os teores foliares de fósforo determinados mostraram comportamento linear em função das doses do fertilizante sulfato-nitrogenado (Figura 1B). De acordo com Grunes (1959), este efeito sinérgico do nitrogênio na absorção do fósforo pode ser explicado em virtude do adubo nitrogenado promover o desenvolvimento radicular e a distribuição das raízes em maior volume de solo, estabelecendo maior contato com o fósforo do fertilizante.

Como observado também para o fósforo, o potássio apresentou os teores foliares linearmente incrementados em função do sulfato de amônio (Figura 1C), concordando com os resultados registrados por Wagh & Mahajan (1988). A impor-

tância prática do balanço nitrogênio-potássio tem sido evidenciada em algumas pesquisas. No caso específico da cultura da goiabeira, Pereira & Martinez Júnior (1986) sugerem a utilização de doses equivalentes de adubo nitrogenado e potássico como forma de se obter produções mais elevadas, visto que o nitrogênio e o potássio são os dois elementos mais extraídos pela goiabeira, conforme Salvador et al. (2000).

Os teores de cálcio aumentaram com as doses de sulfato de amônio fornecidas até a dose de 2,50 kg.ha⁻¹, reduzindo até o maior nível, caracterizando efeito quadrático (Figura 2A). Verifica-se que os teores de cálcio na matéria seca das folhas são inferiores àqueles descritos por Salvador et al. (2000) como adequados para a cultura da goiabeira (Tabela 1). Na literatura não se encontraram resultados com a goiabeira para possíveis comparações; entretanto, Carvalho et al. (2002) estudando os efeitos da adubação nitrogenada sobre os teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo, observaram que a aplicação do adubo nitrogenado influenciou os teores de Ca na matéria seca foliar das plantas.

Os teores foliares de Mg foram negativamente afetados em função do aumento das doses de sulfato de amônio aplicadas (Figura 2B); esses resultados estão de acordo com os obtidos por Natale (1995), em que foram verificados decréscis-

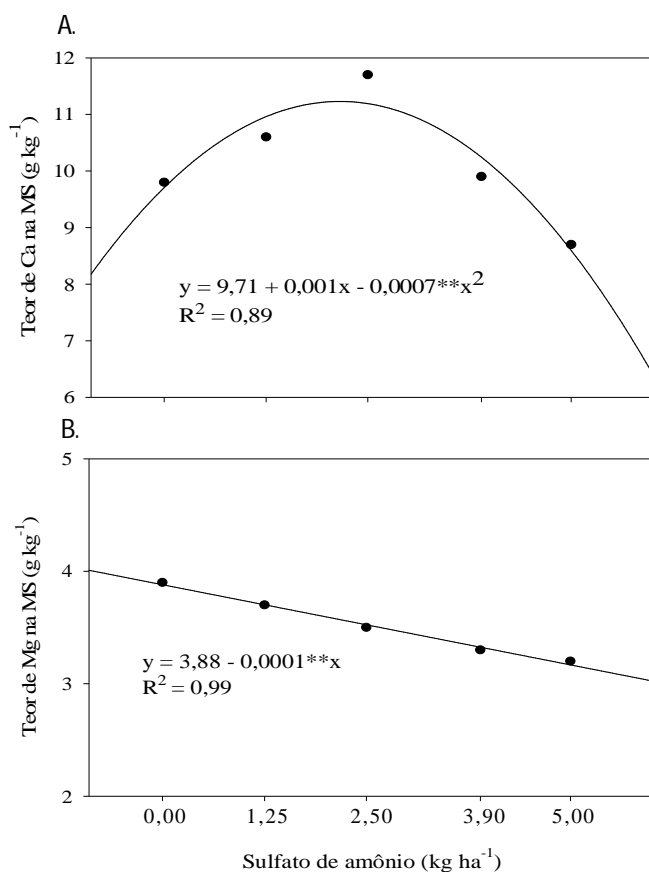


Figura 2. Teores de cálcio (A) e magnésio (B) na matéria seca foliar da goiabeira Paluma, em função da adubação sulfato-nitrogenada aplicada ao solo via água de irrigação

Figure 2. Calcium (A) and magnesium (B) contents in the dry matter of guava cv. Paluma leaves, as a function of nitrogen-sulfate fertilization applied to soil through irrigation water

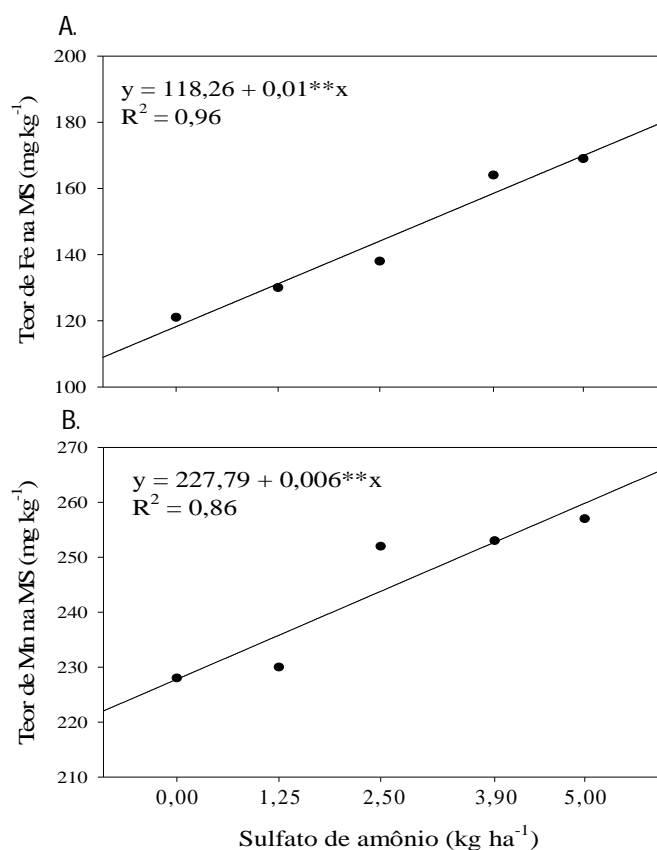


Figura 3. Teores de ferro (A) e manganês (B) na matéria seca foliar da goiabeira Paluma, em função da adubação sulfato-nitrogenada aplicada ao solo via água de irrigação

Figure 3. Iron (A) and manganese (B) contents in the dry matter of guava cv. Paluma leaves, as a function of nitrogen-sulfate fertilization applied to soil through irrigation water

mos nos teores foliares de Mg nas folhas de goiabeira cultivar Rica, em função do aumento das doses de nitrogênio. Segundo os autores, o efeito competitivo do íon amônio (NH_4^+) sobre a absorção do cátion magnésio é bastante conhecido mas o mecanismo desta competição ainda não está totalmente esclarecido. Ainda dentro deste aspecto, salienta-se que o fertilizante nitrogenado utilizado (sulfato de amônio) pode ter deprimido o pH do solo ao longo das aplicações e, conseqüentemente, ter reduzido a disponibilidade do magnésio. Deve-se enfatizar, ainda que o fenômeno reportado por Marschner (2005) de inibição na absorção do magnésio pelo potássio pode ter ocorrido, visto que os teores desses elementos se apresentaram em ordem inversa em relação às doses de sulfato de amônio.

Com relação aos micronutrientes os teores de Fe e Mn aumentaram linearmente em função do sulfato de amônio (Figuras 3A e 3B respectivamente). Observou-se incremento de 39,7% nos teores de Fe entre a menor e a maior dose do adubo sulfato-nitrogenado aplicado. De acordo com Raij (1991), e Salvador et al. (2000), especificamente para a goiabeira, em muitas plantas teores mais altos de ferro estão associados ao amônio, que pode promover o abaixamento do pH do substrato ou da rizosfera e incrementar a disponibilidade do ferro às plantas. Quanto ao manganês, os resultados observados concordam com aqueles obtidos por Natale et al. (1995), os quais verificaram que a elevação das doses de fertilizante nitrogenado na cultura da goiabeira Paluma, proporcionou incrementos nos teores foliares de manganês. De acordo com os autores, a elevação da concentração de manganês na matéria seca foliar a medida em que se aumenta a dose de fertilizante nitrogenado, pode ser explicada pela tendência do manganês em aumentar sua solubilidade em função do abaixamento do pH do solo, causado pelo fertilizante nitrogenado.

CONCLUSÕES

Aos 22 meses após o transplante pode-se concluir que:

Todas as doses sulfato-nitrogenadas promoveram suficiência da goiabeira em N, Mg, S, Fe, Mn e Zn mas ocorreu deficiência em Ca, B e Cu.

O potássio apenas não foi adequadamente suprido para a testemunha, enquanto o fósforo foi suficiente apenas na dose de $3,90 \text{ kg ha}^{-1}$.

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, ferro e manganês na matéria seca foliar, tiveram seus valores aumentados com o aumento das doses de sulfato de amônio aplicadas.

As doses de nitrogênio reduziram os teores de magnésio na matéria seca foliar das plantas.

Os teores de enxofre, boro, cobre e zinco, não foram afetados significativamente pela fertilização sulfato-nitrogenada.

LITERATURA CITADA

Baker, J.E.; Gauch, H.G.; Dugger Junior, W.M. Effect of boron on the water relations of higher plants. *Plant Physiology*, v.31, n.1, p.89 – 94, 1956.

- Black, C. A. (ed). *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. Part. 1, p.545-567.
- Brizola, R. M. de 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. *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, n.3, p.610-616, 2005.
- Carvalho, A. J. C. de.; Monnerat, P. H.; Martins, D. P.; Bernardo, S.; Silva, J. A. da. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p.121-127, 2002.
- Cavalcante, Í.H.L.; Cavalcante, L.F.; Oliveira, F.A.; Araújo, F.A.R. Produção, exportação de nutrientes e composição mineral em dois genótipos de goiabeira. *Científica*, v.33, n.2, p. 112-119, 2005.
- Chitarra, M. I. F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutas. *Informe Agropecuário*, v.17, n.179, p.8–18, 1994.
- Coelho, F. S. Nitrogênio no solo e na planta. In: *Fertilidade do solo*. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1997, p.16-39, 354p.
- Centro Nacional de Pesquisa de solos. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. 2.ed. rev. Atual. Rio de Janeiro: 1997. 212p. Embrapa - CNPS. Documentos, 1.
- Ferreira, P. V. *Estatística experimental aplicada à agronomia*. 3.ed. Maceió: Edufal. 2000. 604p.
- Franco, C. F., Prado, R. de. M. Uso de soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de mudas de goiabeira: macronutrientes. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.28, n.2, p.199-205, 2006.
- Gonzaga Neto, J.; Soares, J. M. A cultura da goiabeira. Brasília: EMBRAPA-SPI. 1994. 49p.
- Grunes, D. L. Effect of nitrogen on the availability of soil and fertilizer phosphorus to plants. *Advances in Agronomy*, v. 11, p. 369-396, 1959.
- Guerra, E.; Bautista, D. Contenido foliar de elementos nutricionales en tres clones de guayaba (*Psidium guajava* L.) en época de alta actividad de crecimiento. *Bioagro*, v.14, n.2, p.99-104, 2002.
- Hu, H.; Brown, P. H. Absorption of boron by plants roots. In: Dell, B.; Brown, P. H.; Bell, R. W. (ed.). *Boron in soils and plants: Reviews*. Dordrecht: Klumer Academic, 1997. p.49-58.
- Isermann, K. The effects of adsorption process in the xylem on the calcium distribution in higher plants. *Zeitschrift criteria for plants and soils*. Berkeley: Univ. of California, 1970. p.286-301.
- Maia, G. A.; Oliveira, G. S. F.; Figueiredo, R. W. F.; Guimarães, A. C. L. *Tecnologia em processamento de sucos e polpas tropicais*. Brasília: ABEAS, 1998. v.1, p.104.
- Malavolta, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 557p.
- Malavolta, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. 1.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006, v. 1, 638p.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- Marschner, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2.ed. London: Academic Press, 2005. 889p.

- Medeiros, B. G. de S.; Gouveia, J. P. G. de.; Almeida, F. de A. C. A.; Ribeiro, C. de F. A.; Duarte, S. M. A. A. Características físicas da goiaba (*Psidium guajava* L.): efeito da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.6, n.1, p.47-53, 2004.
- Medina, J. C. Cultura. In: ITAL, Goiaba: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas: Ital, 1988. p.1-21 Série de frutas tropicais 6.
- Natale, W. Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica em duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.), durante três anos. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1993. 145p. Tese de Doutorado.
- Natale, W.; Coutinho, E. L. M.; Boaretto, A. E.; Pereira, F. M. Goiabeira: calagem e adubação. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 22p.
- Natale, W.; Coutinho, E. L. M.; Pereira, F. M.; Boaretto, A. E.; Oioli, A. A.; Sales, L. Adubação nitrogenada na cultura da goiabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.17, n.2. p.7-15, 1995.
- Pereira, F. M.; Martinez Júnior, M. Goiabas para industrialização. Jaboticabal: FUNEP, 1986. 142p.
- Raij, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres/POTAFOS, 1991. 343p.
- Resende, G. M. de; Silva, G. L. da; Paiva, L. E.; Dias, P. F.; Carvalho, J. G. de. Resposta do milho (*Zea mays* L.), a doses de nitrogênio e potássio em solo da região de Lavras - MG. III. Micronutrientes na parte aérea. *Ciência e Agrotecnologia*, v.21, p.58-70, 1997.
- Rozane, D.E.; Oliveira, D.A.; Lírio, V.S. Importância econômica da cultura da goiabeira. In: Rozane, D.E.; Couto, F.A.A. (ed.). *Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado*. Viçosa:UFV/EJA.2003. p.1-20.
- Salvador, J. O.; Moreira, A.; Malavolta, E. Nutrição, adubação e irrigação. In: Manica, I. *Fruticultura tropical*. 6. Goiaba. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. p.135-191. 374p.
- Salvador, J. O.; Moreira, A.; Muraoka, T. Efeito da omissão combinada de N, P, K e S nos teores foliares de macronutrientes em mudas de goiabeira. *Scientia Agrícola*, v.56, n.2, p.180-183, 1999.
- São José, A. R.; Rebouças, T. N. H.; Pieres, M. M. Maracujá: Práticas de cultivo e comercialização. Vitória da Conquista - BA: UESB/DFZ, 2000, 79p.
- Silva, D. A. M.; Uteira, U. J. de S.; Melo, J. J. de L.; Silva Filho, A. V. da. Cultivo sobre condição irrigada. Primeira aproximação. Recife: SEBRAE, 1994, 31p. Goiabeira - 6.
- Silva, G. F. da., Cavalcante, L. F.; Dias, T. J.; Gondim, S. C.; Cavalcante, Í. H. L. Crescimento e composição mineral da goiabeira Paluma em função da adubação nitrogenada. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2002, Belém. Resumos. Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002, CD-Rom.
- Tariq, M.; Mott, C.J.B. The significance of boron in plant nutrition and environment - A review. *Journal of Agronomy*, Faisalabad, v.6, n.1, p.1-10, 2007.
- Tedesco, M. J.; Gianello, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, n. 5, 2ª ed. rev. Ampl., 1995. 174p. Boletim Técnico, 5.
- Thompson, J. W. Effects of fertilizers and soil amendments on mineral constituents of maize. *Soil Science*, v.94, p.323-330, 1962.
- Wagh, A. N.; Mahajan, P. R. Effects of N P K fertilization on leaf nutrient status of Sardar guava. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, v.13, p.111-112, 1988.