

AVALIAÇÃO DOS TEORES DE N, P, K, Ca, Mg e S EM PLANTAS DE GRAVIOLEIRA CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA COM OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES¹

Ismael de Jesus Matos VIÉGAS²
Magnalda Maria Fernandes BATISTA³
Dilson Augusto Capucho FRAZÃO⁴
Janice Guedes de CARVALHO⁵
Jefferson Felipe da SILVA⁶

RESUMO: Com o objetivo de avaliar os teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas, caule e raízes de plantas de gravioleira, conduziu-se experimento em casa de vegetação, utilizando a técnica do elemento faltante. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e os tratamentos foram: completo, omissão de N, P, K, Ca, Mg e S. Os resultados analíticos evidenciaram que a omissão individual de macronutrientes promoveu alterações nas concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S nas plantas de gravioleira. Foram verificados efeitos de várias interações entre os nutrientes. Com base nos teores em g kg^{-1} dos macronutrientes nas folhas, infere-se, em uma primeira aproximação, dos valores adequados (completo) e do deficiente (omissão), sendo: N = 14,70 e 8,82; P = 0,92 e 0,47; K = 12,35 e 2,62; Ca = 14,11 e 3,44; Mg = 3,59 e 1,09; S = 5,32 e 2,30.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Gravioleira, Teores de Macronutrientes, Nutrição Mineral.

MACRONUTRIENTS CONCENTRATION IN SOURSOP (*Annona muricata* L) GROWN IN NUTRIENT SOLUTIONS USING THE MISSING ELEMENT TECHNIQUE

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the concentration of N, P, K, Ca, Mg e S in the several parts of soursop plants by the missing element technique in nutritive solution. A randomized experimental design with four replicates and seven treatments (complete and the omission of N, P, K, and Ca, Mg e S from the complete solution) was used. The results showed that the concentrations of macronutrients in different parts of the plants varied with omission from the solution.

¹ Aprovado para publicação em 26.12.2002

Pesquisa desenvolvida em parceria com a JICA.

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Professor Visitante da FCAP. Caixa Postal 48, CEP 66.017-970, Belém (PA). e-mail: ismael@cpatu.embrapa.br

³ Engenheira Agrônoma, M.Sc., Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Caixa Postal-917, CEP 66.077-530, Belém, Pará.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental

⁵ Engenheira Agrônoma, Dra., Professora da Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37.200-000, Lavras (MG)

⁶ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental

Based on the concentrations of elements in the leaves of plants, the normal and deficient levels of macronutrients were: N = 14,70 e 8,82; P = 0,92 e 0,47; K = 12,35 e 2,62; Ca = 14,11 e 3,44; Mg = 3,59 e 1,09; S = 5,32 e 2,30, respectively.

INDEX TERMS: *Soursop* (*Annona muricata* L), Mineral Nutrition, Concentration of Macronutrients

1 INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L) apresenta-se como uma das espécies de grande importância econômica para a fruticultura regional. Existe uma demanda crescente dos frutos dessa planta, cujas qualidades organolépticas são importantes e possibilitam a utilização, tanto para consumo “in natura” quanto no aproveitamento pela agroindústria.

Apesar de não possuir tradição no cultivo das anonáceas, o Brasil necessita aumentar o plantio de novos pomares com gravioleiras para atender às necessidades do consumo da fruta fresca e dos produtos industrializados, bem como para a expansão do comércio exterior. A produtividade dessa fruteira precisa aumentar em relação aos níveis atuais, para melhorar a rentabilidade da atividade pomalógica e oferecer produtos de melhor qualidade nos mercados interno e externo (SILVA; SILVA, 1985).

As pesquisas desenvolvidas sobre a gravioleira no Brasil e em outros países cujos territórios estão na hiléia amazônica não têm recebido a devida atenção por parte de pesquisadores e investidores. Essa fruteira tem sido pouco estudada, principalmente, quanto aos aspectos nutricionais, podendo-se citar os trabalhos de Avilán (1975), Avilán et al. (1980), Silva et al. (1986) e Silva (1998). Portanto, todos os trabalhos que se relacionam com a nutrição da gravioleira são prioritários devido a escassez de informações de pesquisa que subsidiem a exploração dessa

fruteira tropical. Assim, com a finalidade de preencher essa lacuna de informações, conduziu-se experimento com o objetivo de avaliar o efeito da omissão de nutrientes nos teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas, caule e raízes de plantas de gravioleira, mediante a técnica do elemento faltante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em condições de casa de vegetação da Embrapa - Amazônia Oriental, Belém (PA). Utilizaram-se sementes da cultivar Morada, considerada como a mais resistente ao ataque das brocas dos frutos (*Cerconota anonella* Sepp) e do tronco (*Cratosomus dulis* F).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições, perfazendo o total de 28 parcelas experimentais, sendo que cada unidade foi constituída por uma planta por vaso.

As plantas foram submetidas às omissões de macronutrientes, utilizando-se a solução nutritiva de Bolle-Jones (1954) modificada, com os seguintes tratamentos: completo (N, P, K, Ca, Mg, S, e micronutrientes); omissão de N; omissão de P; omissão de K; omissão de Ca; omissão de Mg e omissão de S. Utilizaram-se vasos de plástico com capacidade para 5 litros, contendo sílica lavada (tipo zero grosso). Estes recipientes foram perfurados próximo à base, e pintados na parte externa com tinta aluminizada, com a finalidade de diminuir

a passagem direta da luz solar para dentro dos vasos, evitando a proliferação de algas.

Após a germinação das sementes e do crescimento inicial, as plantas foram selecionadas quando apresentaram dois pares de folhas bem desenvolvidas, sendo as raízes lavadas para eliminar possíveis resíduos e transplantadas para os vasos. Inicialmente, as plantas foram aclimatadas por um período de, aproximadamente, 75 dias, em solução nutritiva a diferentes diluições seqüenciadas. Após esse período, as plantas atingiram uma altura média de, aproximadamente, 30cm, quando foram submetidas aos tratamentos completo e de omissão dos macronutrientes, com solução nutritiva diluída a 1:1. As soluções nutritivas foram fornecidas por percolação nos vasos, renovadas a intervalos de 15 dias. Diariamente, as soluções dos tratamentos eram fornecidas no início da manhã e drenadas no final da tarde. Teve-se, ainda, o cuidado de verificar diariamente o nível da solução nos frascos coletores, completando-se o volume para um litro, quando necessário, com adição de água destilada.

Quando todos os sintomas de carência referentes aos nutrientes estudados se apresentaram bem definidos, as plantas foram coletadas. Cada planta foi dividida em folhas, caule e raízes, sendo essas partes colocadas em sacos de papel. Secaram-se as amostras em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C, até a obtenção de peso constante. A massa seca correspondente a cada uma das partes das plantas por vaso e por tratamento foi pesada e, posteriormente, moída em moinho tipo Willey e armazenada em saco de plástico. Enviaram-se as amostras, assim preparadas, ao Laboratório

de Análise de Plantas da Embrapa Amazônia Oriental, para a determinação dos teores de macronutrientes com base na metodologia descrita por Möller et al. (1997).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 NITROGÊNIO

Os teores de nitrogênio nas diferentes partes da planta, em função dos tratamentos, constam da Tabela 1. O teor de nitrogênio no tratamento completo variou de 6,02 g.kg⁻¹ de N, obtido no caule, a 28,35 g.kg⁻¹ de N, nas raízes, enquanto que no tratamento com a omissão desse nutriente a oscilação foi de 5,07 g.kg⁻¹ de N no caule a 8,67 g.kg⁻¹ de N nas raízes. A omissão de nitrogênio promoveu redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém não de forma significativa, com exceção das raízes que apresentaram teores de 8,67 g.kg⁻¹ de N, contra 28,35 g.kg⁻¹ de N no tratamento completo. Navia e Valenzuela (1978), em *Anona cherimólia*, obtiveram também na raiz com a omissão de nitrogênio, teor de 6,8 g.kg⁻¹ de N significativamente menor, em relação ao completo de 28,8 g.kg⁻¹ de N, compatível com o observado neste trabalho.

Além da omissão de nitrogênio, as omissões individuais de magnésio e de enxofre também provocaram redução nos teores desse macronutriente nas raízes, da ordem de 74,60 % e 64,2 %, respectivamente, quando comparado ao tratamento completo, considerado como 100%. Por outro lado, o teor de nitrogênio nas raízes aumentou com a omissão individual de potássio em cerca de 1,3 vezes, quando comparado com o teor obtido no tratamento completo.

Tabela 1 – Teores de macronutrientes (g.kg⁻¹) nas raízes, caule e folhas de gravioleiras, em função dos tratamentos.

| Tratamentos | N | P | K | Ca | Mg | S |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Raízes | | | | | | |
| Completo | 28,35b | 1,80bc | 9,62bc | 5,41b | 2,21c | 26,48a |
| Omissão de N | 8,67d | 1,65c | 1,33d | 5,06bc | 2,49bc | 8,56c |
| Omissão de P | 32,30ab | 0,65d | 10,87b | 4,47bcd | 1,63cd | 9,18c |
| Omissão de K | 36,15a | 2,27a | 2,52d | 4,06cd | 3,70b | 28,69a |
| Omissão de Ca | 28,25b | 2,12ab | 8,60c | 1,48e | 2,25c | 14,94b |
| Omissão de Mg | 21,15c | 2,27a | 11,20b | 3,72d | 0,69d | 25,29a |
| Omissão de S | 18,22c | 2,42a | 14,75a | 8,32a | 5,90a | 2,12d |
| CV (%) | 11,67 | 10,74 | 12,65 | 10,55 | 19,50 | 11,34 |
| Caule | | | | | | |
| Completo | 6,02d | 0,95bcd | 9,25b | 5,40b | 1,21b | 4,88a |
| Omissão de N | 5,07d | 0,77cd | 10,52ab | 5,32b | 0,82b | 0,44c |
| Omissão de P | 17,32b | 0,37d | 11,37a | 4,60b | 1,13b | 1,31bc |
| Omissão de K | 20,60a | 2,10a | 1,95d | 5,50b | 2,04a | 2,48b |
| Omissão de Ca | 15,12b | 1,10bc | 4,92c | 1,38c | 1,13b | 0,82c |
| Omissão de Mg | 9,95c | 1,55ab | 6,50c | 5,25b | 1,09b | 2,52b |
| Omissão de S | 7,27cd | 0,77cd | 10,87a | 6,84a | 1,29b | 0,86c |
| CV (%) | 11,04 | 25,25 | 8,67 | 8,58 | 20,50 | 31,35 |
| Folhas | | | | | | |
| Completo | 14,70cd | 0,92c | 12,35bc | 14,11b | 3,59b | 5,32b |
| Omissão de N | 8,82d | 0,82cd | 13,95ab | 11,84cd | 2,72cd | 4,08bc |
| Omissão de P | 31,43a | 0,47d | 13,60ab | 8,34e | 2,41d | 4,34bc |
| Omissão de K | 29,92a | 1,95a | 2,62d | 16,58a | 4,89a | 6,37b |
| Omissão de Ca | 23,65b | 1,75a | 10,95c | 3,44f | 2,88bcd | 4,04bc |
| Omissão de Mg | 22,40b | 2,02a | 12,35bc | 11,07d | 1,09e | 8,82a |
| Omissão de S | 19,12bc | 1,30b | 14,07a | 13,28bc | 3,40bc | 2,30c |
| CV (%) | 12,04 | 11,40 | 6,18 | 7,69 | 10,62 | 20,76 |

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Constatou-se que no caule, a omissão individual de nitrogênio não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento completo. Os teores desse nutriente no caule também aumentaram em 3,4 vezes com a omissão individual de potássio, 2,8 vezes com a omissão de fósforo, 2,4 vezes com a omissão de cálcio e 1,6 vezes com a omissão de magnésio, quando comparados com o teor de nitrogênio determinado no tratamento completo.

O teor foliar de nitrogênio nas plantas com deficiência desse macronutriente foi de 8,82 g.kg⁻¹, ao passo que no tratamento completo sem deficiência foi de 14,70 g.kg⁻¹ de N. Gazel Filho, Carvalho e Menezes (1994) observaram teores de nitrogênio variando de 18,4 a 22,1 g kg⁻¹ em genótipos de gravioleira com um ano de idade cultivadas no Amapá. Com exceção dos tratamentos completo e com a omissão de nitrogênio, os demais apresentaram teores de nitrogênio compatíveis com o teor adequado desse macronutriente, proposto por Avilán (1975) que é de 17,6 g kg⁻¹ de N. Por outro lado, comparando-se os teores de nitrogênio obtidos com a faixa adequada de 24,9 a 28,4 g kg⁻¹ de N, recomendada por Silva et al. (1986), constata-se que somente os tratamentos com omissão individual de fósforo e de potássio apresentaram teores de nitrogênio dentro dessa faixa. Esses resultados conflitantes entre os teores de nitrogênio adequados para a gravioleira, propostos por Silva et al. (1986) e Avilán (1975), podem ser explicados em função da cultivar de gravioleira utilizada, da solução nutritiva, com maior ou menor concentração de sais, tempo de duração do trabalho e de

renovação da solução nutritiva, no caso de experimentos conduzidos em casa de vegetação.

Observa-se que as omissões de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, em relação ao completo, promoveram aumentos significativos nos teores foliares de nitrogênio. Avilán (1975) e Silva et al. (1986) verificaram, também, que a omissão de potássio aumentou a concentração de nitrogênio em folhas de gravioleira, ocorrendo o mesmo em plantas de pimentado-reino segundo relatado por Veloso (1993).

De acordo com os teores de nitrogênio determinados nas raízes, caule e folhas de gravioleiras dos tratamentos com omissão, e quando comparados ao tratamento completo, foi constatada a ocorrência das interações: N x K; N x Mg; N x S; N x P e N x Ca (Tabela 2). As interações que ocorrem entre os nutrientes são conhecidas há muitos anos, entretanto os mecanismos que as regem, na grande maioria, ainda não o são. Com relação à interação N x K, Arnon (1966) relata que a deficiência de potássio ocasiona distúrbios no metabolismo do nitrogênio nos vegetais, resultando em plantas com maior conteúdo de aminoácidos livres e de amido. A interação N x S também foi constatada por Sfredo e Panizzi (1994), ao relatarem que a aplicação de enxofre diminuiu o teor de nitrogênio na parte aérea de plantas de soja. O efeito da interação N x Mg é citado por Camargo e Camargo (1990), em que a aplicação da uréia, como fonte de nitrogênio e como adubo foliar, intensifica a absorção de magnésio.

Tabela 2 – Interação entre os teores obtidos de macronutrientes nas folhas, caule e raízes de plantas de gravioleira, resultante da comparação entre as omissões e o tratamento completo

| Omissão | N | P | K | Ca | Mg | S |
|---------------|---|---|---|----|----|---|
| Folhas | | | | | | |
| Omissão de N | 0 | 0 | 0 | - | - | 0 |
| Omissão de P | + | - | 0 | - | - | 0 |
| Omissão de K | + | + | - | + | + | 0 |
| Omissão de Ca | + | + | 0 | - | 0 | 0 |
| Omissão de Mg | + | + | 0 | - | - | + |
| Omissão de S | 0 | + | + | - | 0 | - |
| Caule | | | | | | |
| Omissão de N | 0 | 0 | 0 | - | 0 | - |
| Omissão de P | + | 0 | + | 0 | 0 | - |
| Omissão de K | + | + | - | 0 | + | - |
| Omissão de Ca | + | 0 | - | - | 0 | - |
| Omissão de Mg | + | 0 | - | 0 | 0 | - |
| Omissão de S | 0 | 0 | + | + | 0 | - |
| Raízes | | | | | | |
| Omissão de N | - | 0 | - | 0 | 0 | - |
| Omissão de P | 0 | - | 0 | 0 | 0 | - |
| Omissão de K | + | + | - | - | + | 0 |
| Omissão de Ca | 0 | 0 | 0 | - | 0 | - |
| Omissão de Mg | - | + | 0 | - | - | 0 |
| Omissão de S | - | + | + | + | + | - |

Nota: 0 = sem efeito

+ = aumentou

- = diminuiu

3.2 FÓSFORO

O fósforo no tratamento completo variou de 0,92 g.kg⁻¹ de P nas folhas a 1,8 g.kg⁻¹ de P nas raízes, enquanto que, com omissão desse nutriente, oscilou de 0,37 g.kg⁻¹ de P, no caule a 0,65 g.kg⁻¹ de P nas raízes (Tabela 1). Observou-se, ainda, que a omissão de fósforo reduziu o teor deste macronutriente nas raízes, quando se compara com o teor obtido nas raízes do tratamento completo.

As omissões de potássio, magnésio e enxofre promoveram aumentos nos teores de fósforo nas raízes, comportamento também constatado por Fasabi (1996) em plantas de malva (*Urena lobata*), quando cultivadas com a omissão de enxofre. Por outro lado, no caule a omissão de fósforo não reduziu significativamente o teor desse macronutriente em relação ao teor do mesmo, porém aumentou com a omissão individual de potássio, em relação ao tratamento completo.

A exemplo do ocorrido nas raízes, a omissão de fósforo também reduziu o teor desse nutriente nas folhas, quando comparado ao tratamento completo. O teor foliar de fósforo nas plantas com deficiência desse macronutriente foi de 0,47 g.kg⁻¹, enquanto no tratamento completo, de 0,92 g.kg⁻¹ de P. Constata-se que somente as omissões de potássio, cálcio e magnésio mostraram teores de fósforo nas folhas compatíveis com o considerado adequado por Silva et al. (1986) de 1,4 g.kg⁻¹ de P, próximo aos valores observados por Gazel Filho, Carvalho e Menezes (1994) no Amapá. Por outro lado, todos os tratamentos não evidenciaram teores de fósforo compatíveis com o indicado, como adequado por Avilán (1975) de 2,9 g.kg⁻¹ de P.

As omissões de potássio, cálcio, magnésio e enxofre aumentaram o teor de fósforo nas folhas e raízes. Lacerda et al. (1996) verificaram, também, que o teor de fósforo nas folhas de plantas de paricá aumentaram com a omissão de enxofre e Viégas et al. (1998) constataram aumento nos teores de fósforo nas folhas em plantas de quina cultivadas com omissão de magnésio. Silva et al. (1986) e Avilán (1975) verificaram também o aumento no teor de fósforo em folhas de gravioleira com a omissão de potássio.

Com base nos teores de fósforo nas diversas partes das plantas de gravioleira dos tratamentos com omissão, e quando comparadas ao tratamento completo, foi constatada as interações: P x K; P x Ca; P x Mg e P x S (Tabela 2). O efeito da interação P x K, reduzindo o número de sementes danificadas e doentes em soja, foi constatado por Jones, Lutz e Smith (1977). A interação P x Ca foi observada na cultura do dendezeiro, no Estado do Pará, por Pimentel (2001), enquanto que a de P x Mg foi verificada por Malavolta (1980) e Camargo e Camargo (1990). A interação P x S foi relatada por Kumar, Singh e Singh (1981), na cultura da soja.

3.3 POTÁSSIO

Os teores de potássio no tratamento completo variaram de 9,25 g.kg⁻¹ de K no caule a 12,35 g.kg⁻¹ de K nas folhas, enquanto que nas plantas com a omissão desse nutriente variaram de 1,95 g.kg⁻¹ de K no caule a 2,62 g.kg⁻¹ de K nas folhas (Tabela 1). Ulrich e Ohki (1966) relatam que os teores de potássio em plantas normais variam na faixa de 7 a 15 g.kg⁻¹ de K. Portanto, a maioria dos teores de potássio

obtidos nesta pesquisa está na faixa estabelecida pelos citados pesquisadores. Segundo Avilán (1975) e Silva et al. (1986), o teor adequado de potássio nas folhas de gravioleira é de 26 g.kg⁻¹ de K, indicando que os valores obtidos nesta pesquisa estão bem abaixo. Teores foliares de potássio entre 14,9 a 16,2 g.kg⁻¹ foram observados em genótipos de gravioleira com um ano de idade no Amapá (GAZEL FILHO; CARVALHO; MENEZES, 1994).

A omissão de potássio na solução nutritiva promoveu redução nos teores desse nutriente em todas as partes da planta de gravioleira, quando comparados com os obtidos no tratamento completo. Também ocorreu a redução dos teores de potássio nas raízes dessa fruteira, quando houve a omissão de nitrogênio e de potássio em relação ao tratamento completo, enquanto que a omissão de enxofre aumentou o teor de potássio.

No caule, os tratamentos com a omissão isolada de fósforo e de enxofre proporcionaram um aumento no teor de potássio, apresentando diferenças altamente significativas, quando comparados com o completo. Por outro lado, as omissões isoladas de cálcio e de magnésio reduziram o teor de potássio no caule. Viéguas et al. (1998) constataram aumentos nos teores de potássio no caule de plantas de quina, quando o enxofre foi omitido.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, constataram-se as seguintes interações: K x N; K x P; K x Ca; K x Mg e K x S. As interações K x Ca e K x Mg são bastante conhecidas na literatura, ao contrário de K x S.

3.4 CÁLCIO

A amplitude máxima desses teores no tratamento completo foi de 14,11 g kg⁻¹ de Ca nas folhas, até o valor mínimo de 5,40 g.kg⁻¹ de Ca no caule (Tabela 1). No tratamento com a omissão de cálcio, os teores variaram de 1,38 g kg⁻¹ de Ca no caule, a 3,44 g kg⁻¹ de Ca nas folhas. Marschner (1986) relata que o teor de cálcio nas plantas normais varia de 1 a 5 g kg⁻¹ de Ca. Percebe-se, portanto, que a maioria dos teores de cálcio determinados neste trabalho estão dentro da faixa citada.

A exemplo do potássio, a omissão do cálcio promoveu redução nos teores desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparado com o tratamento completo. As omissões isoladas de potássio e de magnésio concorreram para diminuir os teores de cálcio nas raízes, enquanto que a omissão de enxofre proporcionou o aumento dos teores de cálcio, quando comparado com o completo. Viéguas et al. (1998) também observaram que, em plantas de quina, na omissão de enxofre houve um aumento da concentração de cálcio nas raízes.

Verifica-se, conforme os dados apresentados na Tabela 1, que a omissão de enxofre aumentou o teor de cálcio no caule. Fasabi (1996) e Viéguas et al. (1998) também constataram, respectivamente, a ocorrência de aumento dos teores de cálcio nos caules de malva e de quina com a omissão de enxofre.

Na presença do tratamento com a omissão de potássio, observou-se que houve um aumento do teor de cálcio nas folhas, o que era esperado, uma vez que a ausência

de potássio condicionou uma menor competição na absorção de cálcio. Avilán (1975) e Silva et al. (1986), ao estudarem a composição química da gravioleira, constataram resultados semelhantes quanto ao aumento do teor de cálcio com a omissão de potássio. Por outro lado, a redução dos teores de cálcio nas folhas foi observada com as omissões isoladas de nitrogênio, fósforo e magnésio. Considerando os dados apresentados na Tabela 2, verifica-se a ocorrência das seguintes interações: Ca x N; Ca x P e Ca x S, além das que já são bem conhecidas, como acontece com Ca x K e Ca x Mg.

Verifica-se que somente o tratamento com a omissão de potássio apresentou teor de cálcio nas folhas, compatível com o indicado como adequado por Silva et al. (1986) de 8,2 a 16,8 g kg⁻¹ de Ca, enquanto que o tratamento completo e com omissões isoladas de nitrogênio, potássio e enxofre apresentaram teores de cálcio compatíveis com o teor recomendado por Avilán (1975), de 17,6 g kg⁻¹ de Ca. Gazel Filho, Carvalho e Menezes (1994) observaram teores de cálcio variando de 12 a 15 g kg⁻¹ de Ca em sete genótipos de gravioleira cultivados no Amapá. O experimento de Silva et al. (1986) foi conduzido em solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) que contém mais cálcio que a solução de Bolle-Jones (1954) usada neste trabalho, isto explica os menores valores observados

3.5 MAGNÉSIO

Com relação ao magnésio, os teores detectados no tratamento completo variaram de 1,21 g.kg⁻¹ de Mg no caule a 3,59 g.kg⁻¹ de Mg nas folhas (Tabela 1). No tratamento com a omissão de magnésio, a variação foi de 0,69 g.kg⁻¹ de Mg nas raízes a 1,09 g.kg⁻¹

de Mg nas folhas e no caule. Segundo Silva et al. (1986), o teor considerado deficiente de magnésio em gravioleira é de $\leq 0,8$ g.kg⁻¹ de Mg, constatando-se, portanto, que o teor de magnésio nas folhas com a omissão desse nutriente obtido nesta pesquisa, de 0,68 g.kg⁻¹ de Mg, está compatível com o obtido pelo referido pesquisador. O tratamento com a omissão de magnésio promoveu redução no teor desse nutriente nas raízes e folhas da gravioleira, quando comparado com o tratamento completo.

A omissão de enxofre foi responsável pelo mais alto teor de magnésio determinado nas raízes (Tabela 1), enquanto que, no caule e nas folhas, a omissão de potássio foi responsável por este aumento. A omissão de potássio também incrementou o teor de magnésio nas raízes, em relação ao tratamento completo. Em plantas de dendezeiro, Assis (1995) constatou que os mais altos teores de magnésio foram obtidos com a aplicação de menores doses de potássio. Esse comportamento pode ser explicado pelo antagonismo que se verifica entre esses nutrientes. As omissões isoladas de nitrogênio e de fósforo reduziram os teores de magnésio nas folhas, quando comparados com os do tratamento completo. Avilán (1975) e Silva et al. (1986), trabalhando com gravioleira, constataram que a omissão de nitrogênio aumentou o teor de magnésio nas folhas, portanto, resultado discordante do obtido nesta pesquisa.

Os teores de magnésio nas folhas em todos os tratamentos são superiores ao teor adequado de 2 g kg⁻¹ de Mg proposto por Avilán (1975) e observados também por Gazel Filho, Carvalho e Menezes (1994). Contudo, são inferiores ao determinado por Silva et al. (1986) de 3,6 g kg⁻¹ de Mg, com

exceção do tratamento completo e, principalmente, da omissão de potássio, como consequência da não competição com o magnésio.

De acordo com os teores de magnésio determinados nas raízes, caule e folhas de gravioleiras em função dos tratamentos com omissão quando comparados ao tratamento completo, foi constatada a ocorrência das interações : Mg x N; Mg x P; Mg x K e Mg x S (Tabela 2). Dentre estas, as interações Mg x P e Mg x K são bem conhecidas na nutrição mineral de plantas.

3.6 ENXOFRE

A omissão de enxofre promoveu redução nos teores desse macronutriente, quando comparados com os do tratamento completo. Neste tratamento, a variação dos teores de enxofre foi de 4,88 g kg⁻¹ de S no caule a 26,48 g kg⁻¹ de S nas raízes (Tabela 1). No tratamento com a omissão de enxofre, as amplitudes foram menores, variando de 0,86 g kg⁻¹ de S no caule a 2,30 g kg⁻¹ de S nas raízes, sendo que os maiores teores de enxofre foram observados neste órgão.

As concentrações de enxofre nos tecidos vegetais variam de 2 a 5 g kg⁻¹ de S, segundo Marschner (1986) e Mengel e Kirkby (1987). Percebe-se, portanto, que a maioria dos valores obtidos nesta pesquisa estão acima da faixa estabelecida pelos citados pesquisadores. A omissão de enxofre reduziu, significativamente, os teores desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparados com o tratamento completo. Ocorreu, também, a redução do teor de enxofre nas raízes, quando foram omitidos nitrogênio e fósforo, em relação ao tratamento padrão. Conforme é relatado por Thomaz,

Hendricks e Hill (1959), há uma estreita relação entre o enxofre e o nitrogênio no metabolismo das plantas, pelo fato dos aminoácidos contendo enxofre serem constituintes essenciais das proteínas dos vegetais.

Nas raízes, as omissões de potássio e de magnésio aumentaram os teores de enxofre, porém de modo não significativo, quando comparados ao padrão. Sawaki (1999), com plantas de jambu, também obteve aumento nos teores de enxofre com as omissões de potássio e de magnésio, mas de modo significativo quando comparados ao tratamento completo.

No caule, todas as omissões reduziram os teores de enxofre em relação ao completo. Os teores de enxofre nas folhas obtidos nesta pesquisa se situaram acima do preconizado por Silva et al. (1986) como adequado, que é de 1,5 g kg⁻¹ de S. Nas folhas, a omissão de magnésio aumentou os teores de enxofre, com valores significativamente superiores ao tratamento completo.

Pelos resultados apresentados na Tabela 2, constata-se que ocorreu interação do enxofre com os demais macronutrientes.

4 CONCLUSÃO

a) As omissões isoladas de macronutrientes promovem alterações nos teores de N, P, K, Ca, Mg, S e efeito nas interações dos macronutrientes em plantas de gravioleira.

b) Os teores dos macronutrientes (g.kg⁻¹), adequados (completo) nas folhas e deficientes (omissão dos macronutrientes)

para as plantas de gravioleira são, respectivamente: N = 14,70 e 8,82; P = 0,92 e 0,47; K = 12,35 e 2,62; Ca = 14,11 e 3,44; Mg = 3,59 e 1,09; S = 5,32 e 2,30.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNON, I. Quality criteria os agricultural produce and the influence of mineral fertilizers on quality. Potassium and the quality of agricultural products. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, 8., 1966, Berne. *Proceedings...* Berne, 1966. p. 339 – 400.

ASSIS, R. P. de. *Nutrição mineral e crescimento de mudas de dendezeiro (Elaeis guineensis Jacq.) em função de diferentes relações entre K, Ca e Mg na solução nutritiva.* 1996. 41 p. Dissertação (Mestrado), UFLA, Lavras, 1995.

AVILÁN, L.A. Efecto de la omisión de los macronutrientes en el desarrollo y composición química de la guanábana (*Annona muricata* L.) cultivada en soluciones nutritivas. *Agronomia Tropical.* v.25, n. 1, p 73-79, 1975.

—————; LABOREM, G. E.; CHIRINOS, A.; FIGUEROA, M.; RANGEL, L. Extracción de nutrientes por una cosecha en algunos frutales de importância econômica en Venezuela (aguacate, mango, níspero y guanabana). *Fruits*, Paris, v. 35, n. 7-8, p. 479-484, 1980.

BOLLE-JONES, E. W. Nutrition of (*Hevea brasiliensis*) II. Effects of nutrient deficiencies on growth, chlorophyll, rubber and contents of Tjirandji seedlings. *J. Rubber Research Institut Malaya*, Kuala Lumpur, v. 14, n. 290, p. 209-230, 1954.

CAMARGO, P. N. de; CAMARGO, O. S. *Manual de adubação foliar.* São Paulo: Herba, 1990. 256p.

FASABI, J. A. V. *Carências de macro e micronutrientes em plantas de malva (Urena lobata), variedade BR-01.* 1996. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – FCAP, Belém, 1996.

GAZEL FILHO, A. B.; CARVALHO, A.C. de A.; MENEZES, A.J.E.A. de. Teores de macronutrientes em folhas de gravioleira. *Rev. Bras. Frutic.*, Cruz das Almas, v.16, n.2, p.121-124, set. 1994

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. *The water culture method for growth plants without soils.* Berkley: California Experimental Station, 1950. 347 p.

JONES, G. D.; LUTZ Jr., J. A.; SMITH, T. J. Effects of phosphorus and potassium on soybean nodules and seed yield. *Agronomy Journal*, Madison, v. 74, p. 886-890, 1977.

KUMAR, V.; SINGH, M.; SINGH, N. Effect of sulphate, phosphate and molybdate application on quality of soybean grain. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 59, n. 1, p. 3-8, 1981.

LACERDA, M. P. C.; MOTA, P. E. F.; LANZA, T. C. L.; CARVALHO, J. G. de. Avaliação dos teores de Ca, Mg e S em paricá (*Schizolobium amazonicum*), em tratamentos em solução nutritiva com omissão de macro e micronutrientes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1996, Manaus. *Resumos expandidos...* Manaus: Universidade do Amazonas, 1996. p. 359-360.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas.* São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants.* London: Academic Press, 1986. 674 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition.* 4. ed. Worblufen-Bern: Bern International Potash Institute, 1987. 687p.

MOLLER, M. M.; VIÉGAS, I. de J. M.; MATOS, A. de O.; PARRY, M. M. *Análise de tecido vegetal: manual de laboratório.* Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 32p. (Documento, 92).

- NAVIA, V. M. G.; VALENZUELA, J. B. Sintomatologia de deficiências nutricionales en cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) cv. Bronceada. *Agricultura Técnica*, Santiago, v. 38, p. 9-14, 1978.
- PIMENTEL, M. J. de O. *Resposta do dendezeiro (Elaeis guineensis, Jacq.) à aplicação de N, P, K e Mg nas condições edafoclimáticas de Tailândia – Pa.* 2001. 93p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - FCAP, Belém, 2000.
- SAWAKI, H. K. *Estudo de sintomas de deficiência s de macro e micro nutrientes em plantas de jambu (Spilanthes oleracea, L.) variedade jambu branco ou jambuarana.* 1999. 63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - FCAP, Belém, 1999.
- SFREDO, G. J.; PANIZZI, M. C. C. Importância da adubação e da nutrição da qualidade da soja. In: Sá, M.E.; BUZZETI, S. *Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas.* São Paulo: Ícone, 1994. p. 257-288.
- SILVA, E.E.G. da *Fenologia de frutificação e aspectos nutricionais da gravioleira (Annona muricata L.) no litoral paraibano.* 1998. 50p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Univ. Fed. da Paraíba, Areia, 1998
- SILVA, H.; SILVA, A.Q. da. Nutrição mineral e adubação de anonas (*Annona* sp). In: HAAG, H.P. *Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais.* Campinas: Fundação Cargill, 1985. 345 p.
- ; —————; MALAVOLTA, E. Nutrição mineral da graviola (*Annona muricata* L). II. Teores de macronutrientes e boro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 1986, Brasília, DF. *Anais...* Brasília, DF: SBF, 1986. v. 2, p. 303-307.
- THOMAZ, M. D.; HENDRICKS, R. H.; HILL, G. R. Sulfur content of vegetation. *Soil Science*, Baltimore, v.70, p. 9-17, 1959.
- ULRICH, A.; OHKI, K. Potassium. In: CHAPMAN, H. D. (Ed.). *Diagnostic criteria for plants and soils.* Berkeley: Univ. of California. Division of Agricultural Science, 1966. p. 362-393.
- VELOSO, C. A. *Deficiência de macro e micronutrientes e toxidez de alumínio e de manganês na pimenteira do reino (Piper nigrum L).* 1993. 145p. Tese (Doutorado em Agronomia) - ESALQ, Piracicaba, 1993.
- VIÉGAS, I. de J. M.; CARVALHO, J. G. de; ROCHA NETO, O. G. da.; SANTIAGO, E. A. de. *Carência de macromutrientes em plantas de quina.* Belém: Embrapa - CPATU, 1998. 31p. (Boletim de Pesquisa, 192).