



Influência da omissão de macronutrientes nos teores de cálcio, magnésio e enxofre em plantas de cupuaçuzeiro

D. A. C. FRAZÃO⁽¹⁾, M. M. LIMA⁽²⁾, I. de J. M. VIÉGAS⁽³⁾

RESUMO – O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) é uma das mais importantes fruteiras da Amazônia. Pertence à família Sterculiaceae, a mesma do cacau, com atributos semelhantes para a amêndoa. É uma espécie de maior destaque entre as outras nativas da região, dada à diversidade de produtos e subprodutos obtidos da polpa, amêndoas e casca. Para contribuir com os estudos sobre nutrição mineral do cupuaçuzeiro, foi conduzido o presente trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da omissão de macronutrientes nos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), nas folhas superiores e inferiores, caule+folhas e raízes, mediante a técnica do elemento faltante. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com sete tratamentos e quatro repetições em delineamento inteiramente ao acaso. Os tratamentos foram os seguintes: Completo, omissão de N, P, K, Ca, Mg, S. As omissões isoladas de cálcio, magnésio e enxofre promoveram redução nos teores dos mesmos, nas diferentes partes das plantas. Os teores de cálcio, magnésio e enxofre (g/kg), adequados (completo) nas folhas superiores e inferiores e deficientes (omissão de cálcio, magnésio e enxofre) para as plantas de cupuaçuzeiros são respectivamente: Adequados: Ca=7,64 e 13,29 (g/kg); Mg=7,75 e 4,89 (g/kg); S=4,73 e 2,50 (g/kg); Deficientes: Ca=4,80 e 4,72 (g/kg); Mg=2,82 e 1,53 (g/kg); S=1,37 e 1,30(g/kg).

Introdução

A Amazônia possui condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento de sistemas de produção de fruteiras tropicais, onde o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*, Schum), desponta como uma das espécies de grande importância, em virtude do interesse dos mercados consumidores nacional e internacional, pelas suas características organolépticas e possibilidades agroindustriais para produção de sucos, doces, cremes, geléias, compotas, sorvetes, licores. Por outro lado, a partir da amêndoa, obtém-se a matéria prima para produção do *cupulate*, um tipo de chocolate, que apresenta diversas vantagens sobre o produto como, por exemplo, o seu ponto de fusão que é mais elevado e não derrete com facilidade.

Na região amazônica a cultura do cupuaçuzeiro, encontra-se implantada, predominantemente, em solos de baixa fertilidade natural, e vem apresentando inúmeras limitações ao desenvolvimento, em virtude da escassez de informações de pesquisa que subsidiem a exploração racional dessa espécie. Dessa forma, com a finalidade de contribuir para os estudos sobre

nutrição mineral do cupuaçuzeiro, este trabalho de pesquisa foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência da omissão de macronutrientes nos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), nas folhas superiores e inferiores, caule+folhas e raízes, mediante a técnica do elemento faltante.

Palavras-Chave: cupuaçuzeiro, nutrição mineral, macronutrientes

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Amazônia Oriental, localizada no Município de Belém, Estado do Pará. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: completo (N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes); omissão de N; omissão de P; omissão de K; omissão de Ca; omissão de Mg; omissão de S. Foram utilizadas sementes de cupuaçuzeiro “cultivar 174-Coari”, tolerante à vassoura-de-bruxa. Quando as plantas apresentaram um par de folhas definidas com aproximadamente 15 cm de altura, foram selecionadas e transplantadas para vasos de plástico, com capacidade de 10 L, contendo substrato de sílica lavada (tipo zero grosso) e irrigadas por 10 dias com água destilada. As plantas foram aclimatadas por um período de 150 dias, com solução nutritiva de Hoagland e Arnon [1], modificada por Jacobson [2] utilizando-se diferentes diluições sequenciadas. Após esse período, as plantas atingiram uma altura média de aproximadamente 30 cm, quando foram submetidas aos tratamentos com solução nutritiva na proporção de 1:1. As soluções nutritivas foram fornecidas por percolação nos vasos, em intervalos de 15 dias. Quando todos os sintomas de deficiência, referentes aos nutrientes estudados se apresentaram bem definidos, as plantas foram coletadas e separadas em folhas superiores, folhas inferiores, caule+ramos e raízes, e colocadas em estufa de circulação de ar a 65°C, até atingirem peso constante. A massa seca correspondente a cada tratamento foi pesada, posteriormente, moída e encaminhada ao Laboratório de Solo e Planta da Embrapa Amazônia Oriental, para análise química e determinação dos teores de macronutrientes com base na metodologia descrita por Möller et al. [3].

Resultados e discussão

Os resultados dos teores de Ca, Mg e S das diferentes partes do cupuaçuzeiro em função dos tratamentos, encontram-se na Tabela 1.

Cálcio

Observa-se que houve redução no teor de cálcio nas folhas superiores, em relação ao completo sob omissão de cálcio e enxofre, o que já havia sido constatado por Salvador et al. [4], também em plantas de cupuaçuzeiro. As omissões de fósforo, potássio e magnésio não provocaram nenhum efeito estatisticamente significativo nos teores de cálcio nas folhas superiores, quando comparados ao completo. A maior redução no teor de cálcio, nas folhas inferiores, foi observada com a omissão individual deste nutriente seguida pelas de fósforo e enxofre quando comparado ao completo, enquanto que os maiores teores de cálcio foram obtidos com a omissão individual de potássio, quando comparado ao tratamento completo, cujo valor para o completo foi de 13,29 g/kg de Ca e para omissão de potássio, de 25,37 g/kg de Ca.

O teor de cálcio no caule+ ramos com a omissão do nutriente, atingiu 10,49 g/kg, não diferindo do completo que foi de 10,51 g/kg de Ca. Os tratamentos com omissão de magnésio e enxofre aumentaram os teores de cálcio no caule+ramos, quando comparado ao tratamento completo.

A omissão de cálcio também reduziu o teor deste macronutriente nas raízes, que atingiu 2,83 g/kg de Ca em relação ao tratamento completo, que alcançou 12,37 g/kg de Ca. Houve também redução no teor de cálcio com a omissão individual de nitrogênio, quando comparado ao completo. Entretanto, a omissão individual de magnésio provocou aumento no teor de cálcio nas raízes, quando comparado ao tratamento completo.

Com base no tratamento completo, os teores mais altos de cálcio foram obtidos nas folhas inferiores (13,29 g/kg de Ca), posteriormente nas raízes (12,37 g/kg de Ca), caule+ramos (10,51 g/kg de Ca) e por último, nas folhas superiores (7,64 g/kg de Ca), conforme mencionado na Tabela 1.

Magnésio

Constata-se que houve redução acentuada no teor foliar de magnésio em toda parte da planta, quando este nutriente foi omitido, em relação ao padrão. Pelos dados da Tabela 1, observa-se também redução no teor de magnésio nas folhas superiores, com a omissão individual de cálcio e de enxofre. Por sua vez, os tratamentos com omissão de nitrogênio, fósforo e potássio não diferiram do tratamento completo. O teor de magnésio nas folhas superiores, com a omissão deste macronutriente, foi de 2,82 g/kg de Mg, e o sintoma de deficiência deste nutriente ocorreu como na maioria das culturas, ou seja, clorose entre as nervuras, enquanto no tratamento completo, sem deficiência, o teor nas folhas superiores foi de 7,75 g/kg de Mg. Salvador et al. [4], observaram redução no teor de

magnésio na terceira folha de cupuaçuzeiro, quando da omissão deste nutriente, sendo de 2 g/kg de Mg em folhas com sintoma de deficiência e de 3 g/kg para folha sem deficiência, tratamento completo. Houve aumento nos teores de magnésio nas folhas inferiores, quando da omissão individual de nitrogênio, fósforo, e enxofre, comparado ao tratamento completo. O teor de magnésio do caule+ramos também foi reduzido com a omissão deste macronutriente, quando comparado ao completo. O teor de magnésio no caule +ramos, com a omissão deste nutriente, foi de 1,57 g/kg de Mg, enquanto no tratamento completo foi de 3,85 g/kg. O tratamento com a omissão de nitrogênio aumentou o teor de magnésio no caule+ramos quando comparado ao tratamento completo, enquanto que tratamentos com as omissões de fósforo, potássio, cálcio, enxofre e completo não diferiram entre si (Tabela 1).

Baseado no tratamento completo, os teores mais altos de magnésio foram obtidos nas folhas superiores e raízes, com 7,75 g/kg e 6,09 g/kg de Mg, respectivamente, posteriormente, em folhas inferiores, com 4,89 g/kg de Mg, e por último nos caule+ramos, com 3,85 g/kg de Mg. No entanto, com a omissão de magnésio, os teores mais baixos de magnésio foram obtidos nas folhas inferiores (1,53 g/kg de Mg), seguido do caule+ramos (1,57 g/kg de Mg), folhas superiores (2,82 g/kg) e por último as raízes (3,44 g/kg de Mg).

Enxofre

Observa-se que houve redução nos teores foliares de enxofre, com omissão deste nutriente, somente nas folhas superiores e inferiores em relação ao tratamento completo. Os teores de enxofre nas folhas superiores, com a omissão do mesmo, foram de 1,37 g/kg de S, enquanto no tratamento completo, sem deficiência, o teor foi de 4,73 g/kg de S. Salvador et al. [4], obtiveram 1,7 g/kg de S, em folhas superiores de cupuaçuzeiro com deficiência, teor superior ao obtido na presente pesquisa, e para o completo, 3 g/kg de S, inferior a este trabalho. As omissões individuais de fósforo e magnésio nas folhas superiores provocaram redução no teor de enxofre, sendo de 2,39 g/kg de S e 2,90 g/kg de S, respectivamente, comparado ao tratamento completo (Tabela 1). Observe-se que os maiores aumentos no teor de enxofre nas folhas superiores ficaram com as omissões individuais de nitrogênio e cálcio.

O teor de enxofre nas folhas inferiores com as omissões isoladas de nitrogênio, fósforo e magnésio não diferiu do tratamento padrão, enquanto que o teor de enxofre aumentou com as omissões de potássio e cálcio. tratamentos com omissão de nitrogênio, fósforo e potássio houve redução no teor de enxofre.

O teor de enxofre no caule+ramos também reduziu com a omissão de enxofre, quando comparado ao completo, porém essa redução não foi estatisticamente significativa. O teor de enxofre no caule+ramos, com a omissão deste nutriente, foi de 0,80g/kg de S, enquanto no tratamento completo foi de 1,30 g/kg de S (Tabela 1). Houve, também, redução estatisticamente significativa nos teores de enxofre no caule+ramos com a omissão individual de potássio em

relação ao completo. Entretanto, para a omissão individual de cálcio e magnésio ocorreu aumento significativo no teor de enxofre, quando comparado ao completo.

O teor de enxofre nas raízes, com a omissão do mesmo foi de 0,95 g/kg de S, enquanto no tratamento completo foi de 1,37 g/kg de S. Com base no tratamento completo, os teores mais altos de enxofre foram obtidos nas folhas superiores com 4,73 g/kg de S, posteriormente nas folhas inferiores (2,50 g/kg de S), caule+ramos (1,30 g/kg de S), e por último nas raízes (1,37 g/kg), conforme mostrado na Tabela 1.

Conclusões

As omissões isoladas de cálcio, magnésio e enxofre promoveram redução nos teores dos mesmos, nas diferentes partes das plantas;

Os teores de cálcio, magnésio e enxofre (g/kg), adequados (completo) nas folhas superiores e inferiores e deficientes (omissão de cálcio, magnésio e enxofre) para as plantas de cupuaçuzeiros são respectivamente:
Adequados: Ca=7,64 e 13,29 (g/kg); Mg=7,75 e 4,89 (g/kg); S=4,73 e 2,50 (g/kg).
Deficientes: Ca=4,80 e 4,72 (g/kg); Mg=2,82 e 1,53 (g/kg); S=1,37 e 1,30(g/kg).

Referências

- [1] HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The waterculture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950. 347p.
- [2] JACOBSON, L. Maintenance of Fe supply. **Plant Physiology**, Rockville, v. 26, p. 411-413, 1951.
- [3] MÖÖLER, M. R.F.; VIÉGAS, I. de J. M.;MATOS, A. de O.; PARRY, M.M. **Análise tecido vegetal: manual de laboratório**. Belém: Embrapa-CPATU, 1997, 32p. (Embrapa-CPATU. Boletim Técnico, 92).
- [4] SALVADOR, J.; MURAOKA, T.; ROSSETO, R.; RIBEIRO, G. A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (**Theobroma grandiflorum**) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agrícola**, v. 51, n. 3, p. 407-414, 1994.

Tabela 1 – Teores de cálcio, magnésio e enxofre (g kg^{-1}), nas folhas superiores, folhas inferiores, caule+ramos e raízes de cupuaçuzeiro, em função, em função dos tratamentos.

| Tratamentos | Cálcio (Ca) | Magnésio (Mg) | Enxofre (S) |
|--------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| Folhas superiores | | | |
| Completo | 7,64 bc | 7,75 a | 4,73 c |
| Omissão de N | 10,06 a | 6,78 a | 9,54 a |
| Omissão de P | 7,20 c | 7,49 a | 2,39 de |
| Omissão de K | 8,91 ab | 6,97 a | 4,25 c |
| Omissão de Ca | 4,80 e | 3,47 bc | 7,56 b |
| Omissão de Mg | 6,96 cd | 2,82 c | 2,90 d |
| Omissão de S | 5,27 de | 4,86 b | 1,37 e |
| CV% | 10,29 | 10,82 | 11,14 |
| Folhas inferiores | | | |
| Completo | 13,29 b | 4,89 c | 2,50 cd |
| Omissão de N | 11,31 bc | 6,99 a | 3,55 c |
| Omissão de P | 6,45 d | 6,99 d | 1,43 de |
| Omissão de K | 25,37 a | 5,33 bc | 8,92 a |
| Omissão de Ca | 4,72 d | 5,82 b | 7,70 b |
| Omissão de Mg | 12,44 b | 1,53 d | 3,35 c |
| Omissão de S | 9,13 c | 6,12 ab | 1,30 e |
| CV (%) | 8,53 | 7,19 | 11,74 |
| Caule + Ramos | | | |
| Completo | 10,51 cd | 3,85 b | 1,30 c |
| Omissão de N | 11,21 bc | 7,30 a | 1,12 cd |
| Omissão de P | 6,30 e | 4,53 b | 1,15 cd |
| Omissão de K | 8,36 de | 4,80 b | 0,70 d |
| Omissão de Ca | 10,49 cd | 4,39 b | 2,12 b |
| Omissão de Mg | 22,90 a | 1,57 c | 5,80 a |
| Omissão de S | 12,79 b | 4,23 b | 0,80 cd |
| CV (%) | 7,91 | 10,97 | 13,63 |
| Raízes | | | |
| Completo | 12,37 b | 6,09 bc | 1,37 c |
| Omissão de N | 3,72 c | 8,59 a | 2,46 b |
| Omissão de P | 11,49 b | 6,53 b | 1,10 cd |
| Omissão de K | 11,37 b | 4,86 cd | 0,70 d |
| Omissão de Ca | 2,83 c | 5,41 bc | 3,45 a |
| Omissão de Mg | 24,61 a | 3,44 d | 2,72 b |
| Omissão de S | 10,53 b | 6,15 bc | 0,95 cd |
| CV% | 11,72 | 11,23 | 11,49 |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.