

SINTOMATOLOGIA DAS DEFICIÊNCIAS MINERAIS E QUANTIFICAÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM MUDAS DE ACEROLEIRA¹

Adriano Alves Fernandes²
Gilson Dourado Silva³
Herminia E. P. Martinez³
Cláudio Horst Bruckner³

RESUMO

Com o objetivo de caracterizar o quadro sintomatológico das deficiências minerais em mudas de aceroleira, e os teores foliares de nutrientes a elas associadas, e avaliar a ordem de requisição desses nutrientes, foi instalado um experimento em casa de vegetação, em vasos com areia lavada. Os tratamentos foram com soluções completa (N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, B, Fe, Cu, Mo e Zn) e com omissão individual dos nutrientes (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -Mn, -B, -Fe). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e dez tratamentos, constituídos por duas plantas por parcela. As carências de N, P e B foram as que mais restringiram o crescimento, seguindo-se as carências de Mg e Ca. Os sintomas de deficiência de N, P, Ca e B foram bastante evidentes. As folhas de plantas do tratamento completo e com omissão do nutriente apresentaram, respectivamente, quanto a N, P, K, Ca, Mg e S, os teores de 2,72 ; 0,14; 4,16; 1,64; 0,58 e 0,22 dag.kg⁻¹ e de 2,15; 0,06; 0,77; 0,79; 0,27 e 0,13 dag.kg⁻¹. Os caules de plantas do tratamento completo e com omissão do nutriente apresentaram, respectivamente, em relação a N, P, K, Ca, Mg e S, os teores de 1,16; 0,16; 2,37; 1,21; 0,29 e 0,15 dag.kg⁻¹, e de 0,68; 0,07; 1,01; 0,52; 0,21 e 0,07 dag.kg⁻¹. As raízes de plantas do tratamento completo e com omissão do nutriente apresentaram, respectivamente, quanto a N, P, K, Ca, Mg e S, os teores de 1,09; 0,14; 2,02; 0,77; 0,29 e 0,12 dag.kg⁻¹ e de

¹ Aceito para publicação em 25.8.2000.

² Dep. de Fitotecnia da UFV. 36571-000 Viçosa, MG. E-mail: aalves@alunos.ufv.br

³ Dep. de Fitotecnia da UFV. 365701-000 Viçosa, MG.

0,81; 0,08; 0,70; 0,47; 0,25 e 0,04 dag.kg⁻¹. A ordem de requisição de nutrientes foi: K>N>Ca>Mg> S≅P.

Palavras-chaves: *Malpighia emarginata*, nutrição vegetal, macro e micronutrientes, matéria seca.

ABSTRACT

SYMPTOMALOGICAL DISPLAY OF MINERAL DEFICIENCIES AND QUANTIFICATION OF MACRONUTRIENTS IN ACEROLA'S SEEDLINGS

The objectives of this work were to characterize the symptomalogical display of mineral deficiencies in acerola's seedlings, and the leaf content of nutrients associated with them as well as the order these nutrients were required. The experiment was installed in a greenhouse at the Universidade Federal de Viçosa, in Viçosa-MG, using pots containing washed sand with a complete solution (N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, B, Fe, Cu, Mo and Zn) and with individual omission of nutrients (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -Mn, -B, -Fe), arranged in a randomized block design with ten treatments and four replications, and two plants per plot. The lack of N, P and B limited plant growth the most, followed by lack of Mg and Ca. The N, P, Ca and B deficiency symptoms were quite evident. Plant leaves in complete solution and with omission of the nutrients presented, respectively, for N, P, K, Ca, Mg and S, the contents of 2.72, 0.14, 4.16, 1.64, 0.58 and 0.22 dag.kg⁻¹ and of 2.15, 0.06, 0.77, 0.79, 0.27 and 0.13 dag.kg⁻¹. Plant stems in the complete solution and with omission of nutrients presented, respectively, for N, P, K, Ca, Mg and S, the contents of 1.16, 0.16, 2.37, 1.21, 0.29 and 0.15 dag.kg⁻¹ and of 0.68, 0.07, 1.01, 0.52, 0.21 and 0.07 dag.kg⁻¹. Plant roots in complete solution and with omission of the nutrients presented, respectively, for N, P, K, Ca, Mg and S, the contents of 1.09, 0.14, 2.02, 0.77, 0.29 and 0.12 dag.kg⁻¹ and of 0.81, 0.08, 0.70, 0.47, 0.25 and 0.04 dag.kg⁻¹. The nutrients requirement order was: K>N>Ca>Mg> S≅P.

Key words: *Malpighia emarginata*, plant nutrition, macro and micronutrients, dry matter.

INTRODUÇÃO

A aceroleira é uma fruteira tipicamente tropical, verificando-se atualmente uma expansão crescente e rápida de seus plantios comerciais no País, normalmente em regiões não sujeitas à ocorrência de baixas temperaturas. Dentre os fatores responsáveis pelo estímulo ao seu cultivo destacam-se a riqueza em vitamina C da fruta, o relativamente elevado número de safras anuais e o grande potencial de exportação de polpa congelada.

A fertilização é a prática mais facilmente manejável para se obter o aumento da produtividade, porém a ineficiência do seu uso significa baixos lucros, podendo inviabilizar o retorno do investimento. Assim, destaca-se a

importância de se permanecer atento aos sintomas visuais de deficiência nutricional que as plantas possam apresentar, levando em conta, a exigência da cultura por ocasião da aplicação dos fertilizantes (5).

Em relação à nutrição da aceroleira, pouco tem sido estudado, principalmente no que se refere à marcha de absorção de macro e micronutrientes (12). Também são raros os trabalhos realizados sobre a descrição dos sintomas visuais de deficiência nutricional.

Dentro deste contexto, o trabalho realizado teve como objetivo caracterizar o quadro sintomatológico das deficiências minerais em mudas de aceroleira, cultivadas em solução nutritiva, e os teores foliares de nutrientes a elas associadas e também avaliar a ordem de requisição desses nutrientes por partes da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação na Universidade Federal de Viçosa, utilizando o acesso CPATSA 9.1 de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). As sementes, provenientes da EMBRAPA/CPATSA, de Petrolina-PE, foram semeadas em bandejas plásticas contendo areia lavada. A germinação ocorreu com 14 dias, e após 26 dias foi efetuado o transplante para vasos plásticos de 3 litros também contendo areia lavada, onde foram irrigadas com solução à meia força iônica (6). A partir de dois meses após a germinação, a solução foi ajustada para uma força, nos tratamentos completo (N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, B, Fe, Cu, Mo e Zn) e com omissão individual dos nutrientes (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -Mn, -B, -Fe). A solução com uma força iônica continha 15, 1, 6, 5, 2 e 2 mmol.L⁻¹ de N-NO₃⁻, P-H₂PO₄⁻, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ e S-SO₄⁻, respectivamente, e 46; 0,3; 90; 12,6; 0,10 e 1,3 μmol.L⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn (6), respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e dez tratamentos constituídos de duas plantas por parcela. O pH da solução foi monitorado diariamente e ajustado à faixa de 5,5 a 6,0 utilizando-se HCl ou NaOH. Foram realizadas trocas periódicas das soluções, sendo o intervalo entre elas determinado pela redução da condutividade elétrica das soluções de até 30% do seu valor inicial.

Com a obtenção dos sintomas de carência da maioria dos nutrientes, quatro meses após o transplante as plantas foram colhidas e separadas individualmente em folhas, caules e raízes, sendo a seguir lavadas em água desionizada e secas em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até peso constante. O material foi pesado, moído em moinho até passar em peneira com 20 "mesh" de abertura de malha e mineralizado via digestão sulfúrica

para o nitrogênio e via mistura nítrico-perclórica para P, K, Ca, Mg e S. As determinações do nitrogênio foram feitas pelo método de Nessler (7); o P foi dosado colorimetricamente pelo método de redução do fosfomolibdato pela vitamina C, adaptado por Braga e Defelipo (3); o K, por fotometria de emissão de chama; Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica; e o S, determinado por turbidimetria do sulfato (2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sintomas de deficiência

Deficiência do Nitrogênio: Causou drástica restrição ao crescimento das plantas. Os sintomas iniciaram-se nas folhas mais velhas, porém houve um amarelecimento generalizado das folhas, que se mostraram menores, mais estreitas e de coloração verde-clara. Em estágio mais avançado, surgiu uma faixa amarela de contorno irregular nos bordos foliares. Tal faixa originava-se do coalescimento de manchas da mesma coloração e iniciava-se no ápice foliar, progredindo em direção à base e ao centro da folha.

Deficiência de Fósforo: Provocou grande restrição ao crescimento das plantas, superada apenas pela deficiência de nitrogênio. Os sintomas iniciaram-se nas folhas mais velhas, que se mostraram menores e amareladas. Com o progresso da carência, as folhas mais velhas apresentaram secamento, o qual se iniciou no ápice foliar e chegou a tomar metade do limbo. Ao mesmo tempo, observou-se certo grau de enrolamento do limbo foliar. Nas plantas deficientes, o ângulo de inserção das folhas com os caules foi mais agudo. A descrição desses sintomas estão de acordo com Malavolta (9), que destaca como primeira manifestação causada pela deficiência de P a diminuição no crescimento da planta.

Deficiência de Cálcio: Causou menor restrição ao crescimento das plantas que as carências de N e P. Os sintomas foram mais evidentes no ápice dos ramos, onde as folhas apresentaram-se pequenas e deformadas, havendo também morte de gemas laterais. As poucas ramificações laterais apresentaram aspecto raquítico e amarelado. O Ca tem papel fundamental na integridade e estabilidade da membrana (10), e sua deficiência prejudica a formação da parede celular e a divisão normal da célula (9), ocorrendo, por isso, os sintomas evidentes nas partes novas da planta.

Deficiência de Magnésio: Caracterizou-se por amarelecimento internerval. As folhas mostraram-se mais claras e estreitas, e as nervuras levemente mais claras. A restrição ao crescimento das plantas foi semelhante à causada pela omissão de cálcio. Além de uma substancial proporção do Mg total estar envolvida na regulação do pH celular e no

balanço catiônico, também se destaca por ser elemento constituinte da molécula de clorofila, sendo a clorose um dos sintomas característicos de sua deficiência (10).

Deficiência de Potássio e Enxofre: No tempo em que foi conduzido o experimento, os sintomas apresentados pelas plantas dos tratamentos com omissão de potássio e enxofre foram pouco expressivos. Em relação ao K, foi observado apenas leve amarelecimento das folhas mais velhas. Quanto ao S, observou-se que, além do amarelecimento das folhas mais velhas, as mais novas apresentaram um verde menos intenso. Tal resultado leva a crer que apesar da areia utilizada ter passado por lavagem ácida, manteve certa quantidade desses nutrientes como contaminantes, o que foi suficiente para impedir a caracterização dos sintomas de deficiência. Para a caracterização adequada desses sintomas, seria necessário que o experimento tivesse sido conduzido por um tempo maior, o que não foi possível devido ao pequeno volume do vaso empregado e ao risco de perda de parcelas dos tratamentos -N, -P e -B, por morte das plantas.

Deficiência de Boro: Dentre os micronutrientes testados, a deficiência de boro foi a que primeiro se manifestou, sendo necessário aplicar uma dose baixa do nutriente para evitar a morte das plantas. Os sintomas foram mais acentuados na porção apical dos ramos, caracterizando-se pela morte de gemas laterais e ausência de folhas no ápice do ramo principal. Na região subapical, o ramo principal apresentou folhas pequenas e deformadas. As poucas brotações laterais mostravam-se raquíticas e com folhas pequenas e deformadas.

Deficiência de Ferro: Evidenciou-se por restrição no tamanho das folhas, especialmente na largura, dando origem a folhas estreitas. Ocorreu leve amarelecimento das folhas, permanecendo as nervuras mais escuras, confirmando o observado por Cibes e Samuels (4). Os bordos foliares por vezes tornaram-se enrugados. Os sintomas foram mais evidentes em folhas novas.

Deficiência de Manganês: Caracterizou-se por leve amarelecimento de folhas jovens, com maior descoloração das nervuras. Num estágio mais avançado da carência surgiram pontuações mais claras por todo o limbo foliar. Algumas folhas tomaram-se enrugadas devido a maior crescimento do tecido internerval que das nervuras.

Acúmulo de matéria seca

O tratamento completo produziu o maior valor médio total de matéria seca, seguido, em segundo lugar, pelo tratamento -S, que apresentou nos caules o maior valor médio de matéria seca. Os menores valores foram

observados no tratamento com omissão de N, concordando com resultados obtidos por Cibes e Samuels (4). A redução foi de aproximadamente 65% nas raízes e 87% nos caules e folhas, com um total de 82% (Quadro 1). Miranda et al. (11), também trabalhando com omissão de nutrientes em mudas de acerola, obtiveram redução de 87% na matéria seca total, no tratamento com omissão de N, em relação ao tratamento completo.

QUADRO 1 - Produção de matéria seca das raízes, dos caules, das folhas e total de mudas de aceroleira, em função dos tratamentos aplicados à solução nutritiva: completo e com omissão de nutrientes

Tratamento	Raízes	Caules	Folhas	Total
	-----g.planta ⁻¹ -----			
Completo	2,53	5,00	4,83	12,37
-N	0,87*	0,67*	0,63*	2,17*
-P	1,43	1,70*	1,37*	4,50*
-K	2,03	4,17	3,83	10,03
-Ca	1,77	3,73	2,90	8,40
-Mg	1,80	2,83	3,27	7,90
-S	2,43	5,43	4,23	12,01
-Mn	2,37	3,93	3,90	10,20
-Fe	2,00	4,33	4,37	10,70
-B	2,30	3,70	3,97	9,97
CV%	34,32	36,14	33,56	30,96

Em cada coluna, as médias seguidas por * diferem do tratamento completo pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

A ausência de P mostrou a segunda maior redução do crescimento, sendo de aproximadamente 65% em relação ao tratamento completo (Quadro 1).

Somente os tratamentos com omissão de N e P apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett, em relação ao tratamento completo. Na ausência do nitrogênio, essa diferença foi observada em folhas, caules, raízes e no total, e no tratamento com omissão de fósforo, apenas não se observou diferença significativa nas raízes (Quadro 1).

Houve a necessidade de aplicação de pequena quantidade de boro, conforme descrito anteriormente, para evitar a morte da planta e viabilizar a obtenção de melhor caracterização dos sintomas de deficiência do nutriente.

Portanto, o peso de matéria seca produzido pelo tratamento com omissão de B não deve ser levado em consideração, para a formulação de conclusões.

Teores de nutrientes

Folhas:

No tratamento -N, houve diferença significativa entre os teores de P ($0,19 \text{ dag.kg}^{-1}$), Ca ($3,28 \text{ dag.kg}^{-1}$) e Mg ($1,05 \text{ dag.kg}^{-1}$) obtidos e os observados, respectivamente, na testemunha ($0,14$; $1,64$; $0,58 \text{ dag.kg}^{-1}$), sendo os teores das plantas deficientes maiores que os observados nas adequadamente nutridas. O teor de enxofre também se mostrou elevado no tratamento com omissão do nitrogênio, porém não diferiu estatisticamente do encontrado no tratamento completo (Quadro 2). Esses teores elevados se devem à drástica redução no crescimento das mudas causada pela carência de N, o que, conseqüentemente, leva a maior concentração de outros nutrientes cujo suprimento não foi limitado. O teor de $2,72 \text{ dag.kg}^{-1}$ de N observado no tratamento completo encontra-se dentro da faixa de $2,0$ a $3,5 \text{ dag.kg}^{-1}$, considerada adequada para *Malpighia sp.* por Jones Junior. et al. (8).

QUADRO 2 - Teores de N, P, K, Ca, Mg e S encontrados nas folhas de mudas de aceroleira, em função dos tratamentos aplicados à solução nutritiva: completo e com omissão de nutrientes

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- dag.kg^{-1} -----					
Completo	2,72	0,14	4,16	1,64	0,58	0,22
-N	2,15	0,19*	3,55	3,28*	1,05*	0,79
-P	4,06*	0,06*	3,44	1,82	0,62	0,25
-K	3,18	0,15	0,77*	2,35	0,98	0,21
-Ca	3,07	0,15	3,87	0,79*	0,71	0,22
-Mg	3,03	0,16	4,11	2,00	0,27*	0,27
-S	2,70	0,16	3,51	1,64	0,54	0,13
CV%		12,04	23,70	18,42	18,82	97,50
	13,36					

Em cada coluna, as médias seguidas por * diferem do tratamento completo pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Observou-se que o tratamento com omissão do P proporcionou o maior teor de nitrogênio nas folhas ($4,06 \text{ dag.kg}^{-1}$) e apresentou, quanto ao fósforo, o menor teor ($0,06 \text{ dag.kg}^{-1}$), e ambos diferiram dos observados no tratamento completo ($2,72$ e $0,14 \text{ dag.kg}^{-1}$, respectivamente) (Quadro 2). O

aumento do teor de N em folhas de plantas deficientes em fósforo deve-se, como no caso anterior, à concentração causada pela restrição na produção de matéria seca. O teor de $0,14 \text{ dag.kg}^{-1}$ observado no tratamento completo encontra-se dentro da faixa de valores encontrada por Amaral (1) em plantas de acerola com dois anos no campo.

No tratamento -K, o elemento potássio apresentou média de teor ($0,77 \text{ dag.kg}^{-1}$) que diferiu do tratamento completo ($4,16 \text{ dag.kg}^{-1}$) (Quadro 2). Silva (12), trabalhando com absorção de macro e micronutrientes pela aceroleira, encontrou em plantas com 120 dias no campo, respectivamente, em folhas inferiores e superiores em relação ao ramo, os teores de 3,04 e $2,75 \text{ dag.kg}^{-1}$ de K. O teor de $4,16 \text{ dag.kg}^{-1}$ de K observado neste trabalho é maior do que esses valores obtidos por Silva (12), e também se encontra acima da faixa de 1,5 a $3,0 \text{ dag.kg}^{-1}$, considerada adequada para *Malpighia* sp. (8). Essa diferença em relação aos dois últimos autores pode ser justificada pela idade das plantas e pelo tipo de sistema de cultivo utilizado. Plantas jovens apresentam concentrações mais elevadas de K, e em sistemas hidropônicos em que os nutrientes encontram-se mais disponíveis para a planta, as concentrações foliares podem ser mais elevadas.

No tratamento com omissão de Ca, o teor de cálcio observado ($0,79 \text{ dag.kg}^{-1}$) mostrou-se com diferença significativa em relação ao teor obtido no tratamento completo ($1,64 \text{ dag.kg}^{-1}$) (Quadro 2). Segundo Jones Junior et al. (8), o valor obtido no tratamento completo encontra-se dentro da faixa adequada.

No tratamento -Mg obteve-se teor de magnésio de $0,27 \text{ dag.kg}^{-1}$, diferindo do teor apresentado pelo tratamento completo ($0,58 \text{ dag.kg}^{-1}$) (Quadro 2). O teor obtido no tratamento completo encontra-se dentro da faixa considerada adequada para *Malpighia* sp. (8).

No tratamento -S não foi observada diferença significativa (Quadro 2), em relação ao tratamento completo, quanto aos elementos avaliados. O teor de $0,22 \text{ dag.kg}^{-1}$ observado no tratamento completo está abaixo dos teores de 0,56 e $0,57 \text{ dag.kg}^{-1}$ encontrados por Silva (12), em folhas inferiores e superiores, respectivamente, porém se encontra dentro da faixa adequada para *Malpighia* sp., segundo Jones Junior et al. (8).

Com base no tratamento completo (Quadro 3), observa-se que a requisição de nutrientes pelas folhas obedeceu à seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > Mg > S > P$.

Caules:

No tratamento -N, houve diferença significativa entre os teores de N ($0,68 \text{ dag.kg}^{-1}$) e P ($0,09 \text{ dag.kg}^{-1}$) obtidos e os observados respectivamente no tratamento completo ($1,16$ e $0,16 \text{ dag.kg}^{-1}$) (Quadro 4). Os teores de N e

P observados no tratamento completo encontram-se próximos aos obtidos por Silva (12), que encontrou em plantas adequadamente nutridas a concentração de $1,30 \text{ dag.kg}^{-1}$ de N e $0,19 \text{ dag.kg}^{-1}$ de P.

QUADRO 3 - Conteúdo dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S obtidos em folhas, caules e raízes de mudas de aceroleira com o tratamento completo						
	N	P	K	Ca	Mg	S
	mg					
Folha	129,51	6,85	202,39	77,76	27,33	10,59
Caule	56,87	8,64	116,35	60,94	14,14	6,54
Raiz	27,67	3,43	50,88	20,14	7,68	3,26
Total	214,05	18,92	369,62	158,84	49,15	20,39

No tratamento com omissão de P apenas o teor de fósforo ($0,07 \text{ dag.kg}^{-1}$) diferiu dos teores de nutrientes observados no tratamento completo ($0,16 \text{ dag.kg}^{-1}$) (Quadro 4).

No tratamento com omissão de K observou-se o menor teor de potássio ($1,01 \text{ dag.kg}^{-1}$), que diferiu do tratamento completo ($2,37 \text{ dag.kg}^{-1}$) (Quadro 4). Silva (12), estudando a concentração de nutrientes no primeiro ano do cultivo da aceroleira, observou que o K decresceu ao longo do tempo no caule, obtendo em plantas com 120 dias no campo, $1,65 \text{ dag.kg}^{-1}$, e com 390 dias, $0,99 \text{ dag.kg}^{-1}$.

QUADRO 4 - Teores de N, P, K, Ca, Mg e S encontrados nos caules de mudas de aceroleira, em função dos tratamentos aplicados à solução nutritiva: completo e com omissão de nutrientes						
Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	dag.kg^{-1}					
Completo	1,16	0,16	2,37	1,21	0,29	0,15
-N	0,68*	0,09*	2,23	1,06	0,22	0,13
-P	1,08	0,07*	2,09	1,29	0,28	0,10
-K	1,07	0,11	1,01*	1,18	0,31	0,09
-Ca	1,43	0,13	2,40	0,52*	0,42	0,09
-Mg	1,47	0,11	2,28	1,73*	0,21	0,10
-S	1,14	0,14	2,37	1,43	0,28	0,07
CV%	13,40	22,83	23,24	14,08	18,82	37,86

Em cada coluna, as médias seguidas por * diferem do tratamento completo pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

No tratamento -Ca observou-se o menor teor de cálcio ($0,52 \text{ dag.kg}^{-1}$), tendo esse teor diferença significativa em relação ao observado no tratamento completo ($1,21 \text{ dag.kg}^{-1}$) (Quadro 4).

No tratamento com omissão de Mg observou-se o maior teor de cálcio ($1,73 \text{ dag.kg}^{-1}$) que diferiu do tratamento completo ($1,21 \text{ dag.kg}^{-1}$) (Quadro 4). Isso se justifica pela ocorrência de competição entre cátions, de forma que a ausência de magnésio favoreceu a absorção de cálcio (10).

O tratamento -S não apresentou, para nenhum nutriente, diferença significativa de teor em relação ao tratamento completo (Quadro 4). O teor de $0,15 \text{ dag.kg}^{-1}$ observado no tratamento completo encontra-se um pouco abaixo de $0,21 \text{ dag.kg}^{-1}$ observado por Silva (12).

Deve-se salientar que os caules são um órgão de transporte, no qual as concentrações de nutrientes podem apresentar maiores variações, e portanto menos adequados para o diagnóstico do estado nutricional.

Com base no tratamento completo (Quadro 3), observa-se que a requisição de nutrientes pelos caules obedeceu à seguinte ordem decrescente: $K > Ca > N > Mg > P > S$.

Raízes:

No tratamento -N, houve diferença significativa entre os teores de P ($0,32 \text{ dag.kg}^{-1}$) e K ($3,21 \text{ dag.kg}^{-1}$) em relação aos observados no tratamento completo ($0,14$ e $2,02 \text{ dag.kg}^{-1}$, respectivamente) (Quadro 5). Esses teores foram os maiores observados nas raízes.

O tratamento com omissão de P afetou significativamente o teor de cálcio, que foi de $0,77 \text{ dag.kg}^{-1}$, no tratamento completo, e de $1,04 \text{ dag.kg}^{-1}$, no tratamento com omissão (Quadro 5). Conforme já discutido, o comportamento dos teores de P e K das raízes das plantas submetidas à carência de N e dos teores de Ca das raízes das plantas submetidas à carência de P resulta de um efeito de concentração (10).

O menor valor de potássio foi observado no tratamento com omissão desse elemento ($0,70 \text{ dag.kg}^{-1}$), com diferença significativa em relação ao observado no tratamento completo ($2,02 \text{ dag.kg}^{-1}$) (Quadro 5).

O tratamento -Ca apresentou diferença significativa no teor de cálcio ($0,47 \text{ dag.kg}^{-1}$), em relação ao do tratamento completo ($0,77 \text{ dag.kg}^{-1}$). A omissão do cálcio proporcionou valores elevados de N ($1,32 \text{ dag.kg}^{-1}$), Mg ($0,36 \text{ dag.kg}^{-1}$) e S ($0,28 \text{ dag.kg}^{-1}$) nas raízes (Quadro 5). O aumento nos teores de N e S nessas condições decorrem de um efeito de concentração, enquanto o de Mg se justifica pela competição entre cátions (10).

O tratamento com omissão de Mg afetou significativamente o teor de cálcio, que atingiu $0,77 \text{ dag.kg}^{-1}$, no tratamento completo, e $1,03 \text{ dag.kg}^{-1}$,

no tratamento com omissão (Quadro 5), fato que se justifica pela competição entre cátions.

QUADRO 5 - Teores de N, P, K, Ca, Mg e S encontrados nas raízes de mudas de aceroleira, em função dos tratamentos aplicados à solução nutritiva: completo e com omissão de nutrientes

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----dag.kg ⁻¹ -----					
completo	1,09	0,14	2,02	0,77	0,29	0,12
-N	0,81	0,32*	3,21*	0,96	0,30	0,22
-P	1,31	0,08	2,49	1,04*	0,31	0,12
-K	1,02	0,12	0,70*	0,92	0,33	0,11
-Ca	1,32	0,13	2,12	0,47*	0,36	0,28
-Mg	1,06	0,12	2,43	1,03*	0,25	0,20
-S	1,28	0,16	2,35	1,11*	0,35	0,09
CV%	22,17	19,33	21,90	12,19	34,47	78,20

Em cada coluna, as médias seguidas por * diferem do tratamento completo pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

No tratamento -S houve diferença significativa entre o teor de cálcio (1,11 dag.kg⁻¹) e o teor observado no tratamento completo (0,77 dag.kg⁻¹) (Quadro 5).

Os elevados valores de alguns coeficientes de variação das médias de folhas, caules e raízes, como no caso do enxofre, devem-se possivelmente ao fato de as mudas de aceroleira serem provenientes de sementes, dando origem à considerável variabilidade entre as plantas.

Tomando por base o tratamento completo (Quadro 3), observa-se que a requisição de nutrientes pelas raízes obedeceu à seguinte ordem decrescente: K>N>Ca>Mg> S≅P.

Com base na soma dos valores de conteúdo de folhas, caules e raízes do tratamento completo (Quadro 3), observa-se que o total de requisição de nutrientes pelas plantas obedeceu à seguinte ordem decrescente: K>N>Ca>Mg>P≅S. Silva (12) observou em aceroleiras com um ano de idade requisição semelhante, sendo K e N os mais requisitados, e S e P os menos.

REFERÊNCIAS

1. AMARAL, J.F.T. de. Parte da planta e época para diagnose do estado nutricional e crescimento de ramos em aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). Viçosa, UFV, 1998. 84p. (Tese de Mestrado).
2. BLANCHAR, R.W.; REHM, G. & CALDWELL, A.C. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. *Proceedings of the Soil Science Society of America*, 29:71-2, 1965.
3. BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. *Revista Ceres*, 21:73-85, 1974.
4. CIBES, H. & SAMUELS, G. Mineral-deficiency symptoms displayed by acerola trees grown in the greenhouse under controlled conditions. Rio Piedras, Puerto Rico Agricultural Experiment Station, 1955. 18p. (Technical Paper 15).
5. GONZAGA NETO, L. & SOARES, J.M. Acerola para exportação: aspectos técnicos de produção. Brasília, EMBRAPA-SPI, 1994. 43p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX 10).
6. HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. California. Agric. Expt. Sta. Circ., 1950. 347p.
7. JACKSON, M.L. Nitrogen determinations for soil and plant tissue. In: Jackson, M.L. (ed). *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1958. p.183-204.
8. JONES JUNIOR, J.B.; WOLF, B. & MILLS, H. A. *Plant analysis handbook, a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens, Georgia, Micro-Macro Publishing, 1991. p. 144.
9. MALAVOLTA, E. *Arquivo do Agrônomo* nº 10. Piracicaba, Potafos, 1996. 24p.
10. MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*, 2nd ed. New York, Academic Press, 1995. 889 p.
11. MIRANDA, P.R.P. de; FREIRE, A.L. de O.; SOUTO, J.S.; SOUZA, A.A. de; ARAÚJO, L.V.C. de; MOURA, O. N. & ROLIM JUNIOR, S. de S. Omissão de nutrientes em acerola (*Malpighia glabra*). In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25. Viçosa, 1995. Anais, Viçosa, UFV, 1995. p. 584-5.
12. SILVA, G.D. Absorção de macronutrientes e micronutrientes pela aceroleira (*Malpighia glabra* L.). Viçosa, UFV, 1998. 61p. (Tese de Mestrado).