

## Nutrição mineral, crescimento e níveis críticos foliares de cálcio e magnésio em mudas de umbuzeiro, em função da calagem

Orlando Sílvio Caires Neves<sup>1</sup>  
Janice Guedes de Carvalho<sup>2</sup>  
Eric Victor de Oliveira Ferreira<sup>2</sup>  
Rodrigo Pereira de Assis<sup>2</sup>

### RESUMO

O umbuzeiro apresenta grande importância econômica, social e ecológica para a região semi-árida do Nordeste brasileiro, no entanto, existem poucos estudos sobre essa fruteira, destacadamente na área de nutrição mineral. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, a nutrição mineral e os níveis críticos foliares de Ca e Mg em mudas de umbuzeiro crescidas num latossolo Vermelho distroférico submetido à calagem. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e seis níveis de saturação por bases (13,3, 19,5, 38,9, 58,9, 73,2; e 82,1%). A calagem foi realizada com  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$  (p.a.) na relação molar 3:1 (Ca:Mg). Ela favorece o crescimento das mudas de umbuzeiro em latossolo Vermelho distroférico, e o nível de saturação por bases de 70% pode ser indicado para o cálculo da necessidade de calagem. O aumento da saturação por bases favorece o incremento dos teores de Ca, Mg e S e a redução dos teores de N, P, K, Cu, Fe, Mn e Zn nas mudas do umbuzeiro. A faixa de suficiência de Ca e Mg nas folhas de mudas de umbuzeiros é de 18,28 a 21,47 g kg<sup>-1</sup> e 2,80 a 3,26 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Palavras-chave:** *Spondias tuberosa*, umbu, calcário.

### ABSTRACT

#### Effect of liming on mineral nutrition, growth and foliar critical levels of calcium and magnesium of umbu (*Spondias tuberosa*) seedlings

Umbu (*Spondias tuberosa*) has great economic, social and ecological importance in the semi-arid region of Northeastern Brazil, however, there are few studies related to this fruit, mainly on mineral nutrition. Thus, the objective this work was to evaluate growth, mineral nutrition and foliar critical levels of Ca and Mg in umbu seedlings grown in a dystroferric Red Latosol subjected to liming. The experiment was arranged in a complete randomized design, with four replications and six base saturation levels (13.3, 19.5, 38.9, 58.9, 73.2 and 82.1%). Liming was carried out with  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{MgCO}_3$ , molar ratio 3:1 (Ca:Mg). Liming promotes growth of umbu seedlings and a 70% base saturation can be indicated for the calculation of liming needed. Increase in base saturation increased the contents of Ca, Mg, and S and reduced the contents of N, P, K, Cu, Fe, Mn, and Zn in umbu seedlings. Critical levels of Ca and Mg in leaves of umbu seedlings ranged from 18.28 to 21.47 g kg<sup>-1</sup> and from 2.80 to 3.26 g kg<sup>-1</sup>, respectively.

**Keywords:** *Spondias tuberosa*, umbu and limestone.

Recebido para publicação em outubro de 2006 e aprovado em outubro de 2008

<sup>1</sup> Rua Ernesto Dourado, 82, Heliópolis – Garanhuns/PE, 55.296-190. UFRPE/UAG. E-mail: orlandosilvio1977@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Departamento de Ciência do Solo, CP 37, 37.200.000, Lavras, MG. E-mail: janicegc@ufla.br e ericosolos@ufla.br

## INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) pertence à família Anacardiaceae. É uma espécie xerófila, caducifólia, originária das zonas menos chuvosas da região Nordeste do Brasil e do norte do Estado de Minas Gerais. Ocupa uma área bastante extensa da região semi-árida do Nordeste brasileiro e, apesar de sua distribuição ser dispersa, consagra-se como uma espécie frutífera de grande importância econômica, social e ecológica (Gondim *et al.*, 1991).

A calagem promove diminuição da acidez dos solos com insolubilização de formas tóxicas, principalmente de Al e Mn; aumenta os teores de Ca e Mg e a disponibilidade de P e Mo; reduz a disponibilidade dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn; tem efeitos favoráveis na microflora dos solos; favorece a melhoria de suas propriedades físicas e proporciona maior desenvolvimento radicular (Raij, 1991).

Em solução nutritiva, a deficiência de Ca em umbuzeiro acarreta anormalidades visuais nas folhas mais novas e murcha seguida de morte das gemas terminais. Há necrose ao longo das margens das folhas, caracterizada por “queimaduras” de coloração pardo-escura e enrolamento das folhas sobre si mesmas, ficando as bordas recurvadas para cima. Com a evolução da deficiência há queda prematura das folhas. O sistema radicular mostrara-se engrossado, pouco volumoso e com aparência esbranquiçada (Carvalho & Neves (2004)).

Quando o suprimento de Mg na solução nutritiva é inadequado para o umbuzeiro, esse apresenta leve coloração amarela ao longo da nervura principal das folhas mais velhas. Com o agravamento da deficiência, a clorose se expande entre as nervuras das folhas, permanecendo a região próxima da nervura principal colorida de amarelo mais intenso. Antecedendo a abscisão, as folhas passam da coloração amarela para arroxeadas. Nesse estágio, ao simples toque dos dedos as folhas se desprendem da planta, conforme relatado por Carvalho & Neves (2004).

A determinação dos requerimentos nutricionais e a diagnose nutricional das plantas são baseadas na expectativa de que haja estreita correlação entre a disponibilidade do nutriente no solo, o teor do elemento na folha e a produção (Malavolta *et al.*, 1997). Assim, os valores de níveis críticos na parte aérea das plantas, mais propriamente nas folhas, são amplamente utilizados como padrões na interpretação dos resultados de análises foliares.

Cantarutti *et al.* (2007) definem como nível crítico o teor de determinado nutriente, em dada parte da planta, que se associa a 90% da produtividade ou ao crescimento máximo. Na faixa de suficiência, encontram-se os teores desejáveis dos nutrientes para se obterem produções economicamente adequadas. O nível crítico é um teor que, por erros experimentais, tem um intervalo de confiança ao passo que a faixa de suficiência é uma faixa que tem como limites os níveis crítico e ótimo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, a nutrição mineral e os níveis críticos foliares de Ca e Mg em mudas de umbuzeiro cultivadas num latossolo Vermelho distroférico, em função da calagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG), definida geograficamente pelas coordenadas de 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste, com altitude de 910 m, sendo conduzido por 150 dias (setembro de 2003 a fevereiro de 2004).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e seis níveis de saturação por bases (13,3; 19,5; 38,9; 58,9; 73,2; e 82,1%). O nível 13,3% de saturação por bases representa a saturação natural do solo (Tabela 1). Para se atingirem os demais níveis de saturação, realizou-se o cálculo da necessidade de calagem pelo método de saturação por bases (Raij, 1981), utilizando-se V2 de 20, 40, 60, 80 e 100%. A calagem foi realizada com CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub> (p.a.) na relação molar 3:1. O corretivo foi misturado ao solo (peneirado), sendo incubado por 30 dias; e após esse período, realizou-se nova análise do solo para verificar os níveis de saturação atingidos em função das diferentes doses calculadas (Tabela 2).

A unidade experimental foi composta por vaso com capacidade de 8 dm<sup>3</sup>, com 50 cm de altura, preenchidos com latossolo Vermelho distroférico (Tabela 1) e com uma planta por vaso.

Os demais nutrientes foram aplicados nas seguintes doses, em mg dm<sup>-3</sup>: N = 300; P = 200; K = 300; S = 60;

**Tabela 1** - Caracterização química do solo (latossolo Vermelho distroférico) utilizado no experimento 1/

Características	Valores
pH (H <sub>2</sub> O)	4,9
P (mg dm <sup>-3</sup> )	1,2
K (mg dm <sup>-3</sup> )	13
Ca <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,7
Mg <sup>+2</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,2
Al <sup>+3</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,9
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,0
MO (dag kg <sup>-1</sup> )	3,0
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	1,2
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	47,3
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	4,8
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	1,5
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,4
S-SO <sub>4</sub> (mg dm <sup>-3</sup> )	8,9
V (%)	13,3

<sup>1/</sup> pH em água; P, K, Fe, Zn, Mn e Cu pelo extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al pelo extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; B – extrator água quente; H + Al pelo extrator SMP e; S-SO<sub>4</sub> pelo extrator fosfato monocálcico em ácido acético.

**Tabela 2** - Caracterização do latossolo Vermelho distroférrico (LVdf<sub>A</sub>) utilizado no experimento, antes e após a incubação com calcário

V Calculado*	V Atingido**	pH	Ca	Mg	Al	SB
Natural(13,3)	13,3	4,9	0,7	0,2	0,9	1,0
20	19,5	5,3	1,0	0,3	0,2	1,4
40	38,9	5,5	2,1	0,7	0,0	2,9
60	58,9	5,9	3,0	1,1	0,0	4,2
80	73,2	6,3	4,4	1,3	0,0	5,8
100	82,1	6,5	4,9	1,4	0,0	6,4

\* Valores de V2 utilizados no cálculo da necessidade de calagem.

\*\* Valores de V2 atingidos após o período de incubação.

B = 0,5; Cu = 1,5; Zn = 5,0; e Mo = 0,1. O adubo fosfatado foi incorporado ao solo após o período de incubação, numa única aplicação, utilizando-se como fonte o MAP. As aplicações de N e K foram parceladas em quatro vezes, sendo, para o N a primeira aplicação na forma de MAP e as demais, na forma de uréia; e o K foi aplicado nas formas de sulfato e cloreto.

A reposição de água foi feita diariamente, utilizando-se água desionizada para elevar a 60% do volume total de poros, sendo o volume a ser adicionado determinado por meio de pesagens dos vasos.

As mudas para a implantação do experimento foram oriundas de sementeira, sendo o substrato utilizado para germinação a vermiculita. As sementes passaram pelo processo de quebra de dormência por escarificação mecânica, conforme recomendação de Nascimento *et al.* (2000). Vinte dias após a germinação, as mudas com altura média de 9,0 cm foram transplantadas para os vasos com os tratamentos.

Foram avaliados a altura (cm) e o diâmetro do caule (mm) das plantas. Depois de colhido, o material vegetal foi separado em raiz, caule e folhas, lavado em água corrente e seco em estufa a 70 °C até peso constante. A matéria seca correspondente a cada uma das partes foi pesada (g/planta), e moída e, em seguida, foram realizadas as determinações químicas para se obterem os teores dos nutrientes no caule e nas folhas.

No extrato nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; K por fotometria de chama; S por turbidimetria do sulfato de bário; N total pelo método semimicro Kjeldahl; e de B, após digestão via seca, por colorimetria (método da curcumina) (Malavolta *et al.*, 1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e a seguir realizaram-se análises de regressão. As análises de variância e de regressão foram feitas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

Os níveis críticos foliares de Ca e Mg foram obtidos, estimando-se o nível de saturação por bases que proporcionou a produção de 90% da matéria seca das mudas de umbuzeiro, e o nível ótimo corresponde ao ponto de máxima eficiência física. Em seguida, esses níveis foram substituídos nas equações de regressão para os teores foliares de Ca e Mg, obtendo-se, assim, a faixa de suficiência (90 a 100% da produção de matéria seca).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Crescimento

O solo utilizado no experimento é quimicamente pobre (Tabela 1). Assim, a resposta em crescimento das mudas de umbuzeiro à calagem naquele solo era esperada, pois essa é uma prática agrônômica que proporciona melhorias na fertilidade e, conseqüentemente, estímulo ao crescimento da maioria das espécies vegetais. Como o umbuzeiro tem seu centro de origem nas regiões áridas do Nordeste brasileiro, cuja maioria dos solos se caracteriza por apresentar altos níveis de saturação por bases, o menor crescimento das mudas do umbuzeiro no nível de saturação por bases de 13,3% é um indicativo da necessidade de calagem para o cultivo de umbuzeiros em solos ácidos.

Todas as medidas avaliadas apresentaram-se significativas à calagem e com comportamento de resposta quadrático (Figura 1).

A calagem, além de promover a diminuição da acidez, eleva os teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> nos solos. Esse fato ficou bem evidenciado no solo estudado quando se analisou a caracterização química antes e depois da aplicação dos tratamentos. A calagem elevou o pH, a saturação por bases, e os teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> e diminuiu o teor de Al<sup>3+</sup>. No tratamento em que o nível de saturação foi de 38,9%, o pH atingiu 5,5, não se registrando, a partir daí, a presença de Al (Tabela 2).

No tratamento em que se utilizou a saturação por bases natural do solo (13,3%), o Al em solução foi tóxico ao umbuzeiro, caracterizando-se a toxidez pelo baixo crescimento das plantas, folhas pequenas e com pontos arroxeados, tendo, assim, comprometido o desenvolvimento das mudas. Esse comportamento evidencia que o umbuzeiro não é uma planta adaptada a sobreviver e produzir em solos de acidez elevada e, ainda, necessita de alta saturação por bases para expressar bom crescimento.

A altura das plantas e o diâmetro do caule (Figuras 1 a e b) responderam positivamente até 70,9% de saturação por bases. Comportamento semelhante foi observado para o diâmetro do caule, em que o maior diâmetro foi verificado no nível de saturação por bases estimado de 69,9%.

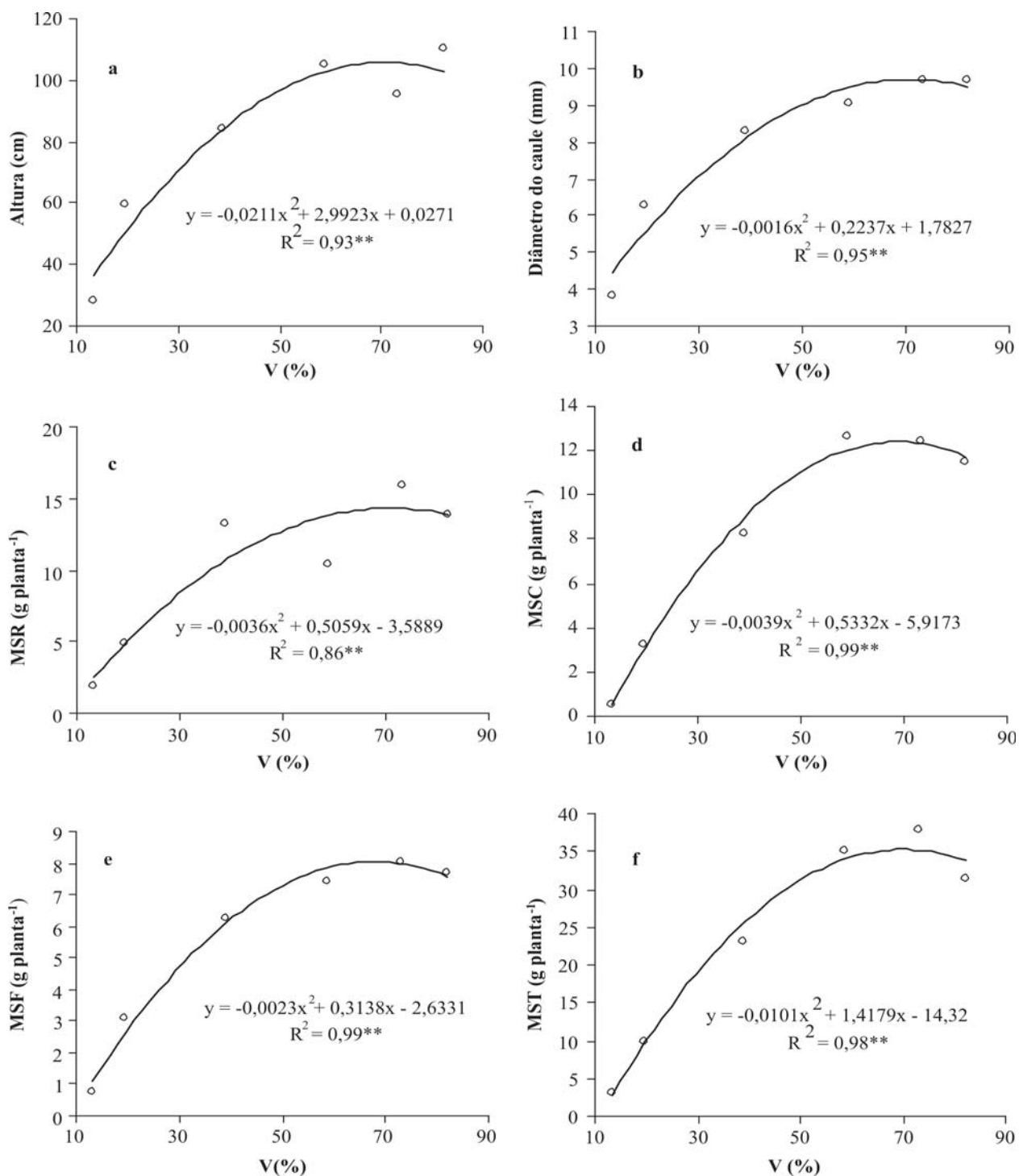
A máxima produção de matéria seca (g/planta) da raiz, do caule, das folhas e total (Figura 1 c, d, e, f) foi atingida quando se elevaram os níveis de saturação para 70,2; 68,3;

68,2 e 70,2%, respectivamente. Percebe-se proximidade entre os valores atingidos para todas as variáveis, o que fortalece a indicação de um valor de saturação por bases do solo ( $V_2$ ) de 70% para o cultivo do umbuzeiro.

No nível de saturação por bases de 70,2% o acúmulo de matéria seca total do umbuzeiro foi de 35,44 g/planta, tendo as plantas no nível de 51,5%

produzido 31,89 g/planta, representando 90% da máxima produção.

A exemplo do ocorrido com o umbuzeiro tem-se na literatura grande número de publicações relatando os efeitos positivos da calagem para diversas espécies vegetais. Caires & Rosolem (2001), com amendoim; Guimarães (2000), com forrageiras tropicais; e Biasi *et al.* (1994), com porta-enxerto de abacateiro, entre outros,



**Figura 1** - Altura (a), diâmetro do caule (b), matéria seca da raiz-MSR (c), matéria seca do caule-MSC (d), matéria seca das folhas-MSF (e) e matéria seca total-MST (f) de mudas de umbuzeiro, em função da calagem.

observaram benefícios da elevação da saturação por bases através da calagem no desenvolvimento das plantas estudadas, as quais apresentaram incrementos na altura, no diâmetro do caule e no peso da matéria seca total.

### **Teores de macronutrientes**

A calagem influenciou significativamente os teores foliares dos macronutrientes, exceto os de N, nas mudas de umbuzeiro. O teor foliar médio de N foi de 28,9 g kg<sup>-1</sup>.

De forma semelhante ao que ocorreu com os teores foliares dos macronutrientes, no caule, excetuando o S e o K, os teores de nutrientes sofreram influência da calagem. O teor médio de S observado no caule das mudas de umbuzeiro foi de 0,58 g kg<sup>-1</sup> e o de K de 12,09 g kg<sup>-1</sup>.

O S é componente de aminoácidos (cisteína, cistina e metionina) e proteínas, assim como o N, sendo também constituinte de outros compostos como ácido lipóico, coenzima A, tiamina pirofosfato, glutatona, biotina, adenosina-5'-fosfossulfato e a 3-fosfoadenosina (Mengel & Kirkby, 1987). Talvez pela maior concentração de proteínas nas folhas, a adição de calcário, por favorecer a multiplicação de microrganismos e facilitar maior mineralização da matéria orgânica, tenha favorecido a absorção e translocação de S para as folhas, diferentemente do ocorrido no caule, que apresentou teores desse elemento inferiores aos observados nas folhas. Vitti *et al.* (2006) comentam que o S (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) é absorvido pelas raízes em baixas quantidades, e o seu transporte ocorre principalmente pelo xilema, sendo predominantemente na direção da base para o ápice da planta (Malavolta *et al.*, 1997).

Os teores de N no caule sofreram redução linear com o incremento dos níveis de saturação por bases (Figura 2a), provavelmente devido ao efeito de diluição, visto que a produção de matéria seca do caule respondeu positivamente à calagem. No tratamento em que se utilizou a saturação por bases natural do solo o teor de N foi de 15,98 g kg<sup>-1</sup>, bem próximo ao verificado no tratamento em que se elevou a saturação por bases para 19,5%, que foi de 15,16 g kg<sup>-1</sup>.

O mesmo efeito observado para os teores de N no caule foi constatado para os teores de P tanto no caule quanto nas folhas (Figura 2 b), ressaltando-se que no caule, nas doses de calcário mais baixas, os teores foram menores que os detectados nas folhas, ocorrendo inversão a partir do nível de saturação de 60%. Sabidamente, a calagem favorece maior disponibilidade de P para a absorção radicular (Caíres & Fonseca, 2000), além de estimular o crescimento das raízes (Raij, 1991), favorecendo maior crescimento da planta. Nas mudas de umbuzeiro foi verificado aumento na produção de matéria seca total: entretanto, os teores de P não foram aumentados com as maiores doses de calcário, o que indica efeito de diluição. Os teores de P tanto no caule (3,34 g kg<sup>-1</sup>) quanto nas

folhas (2,74 g kg<sup>-1</sup>) do tratamento 13,3% foram superiores aos verificados nos demais.

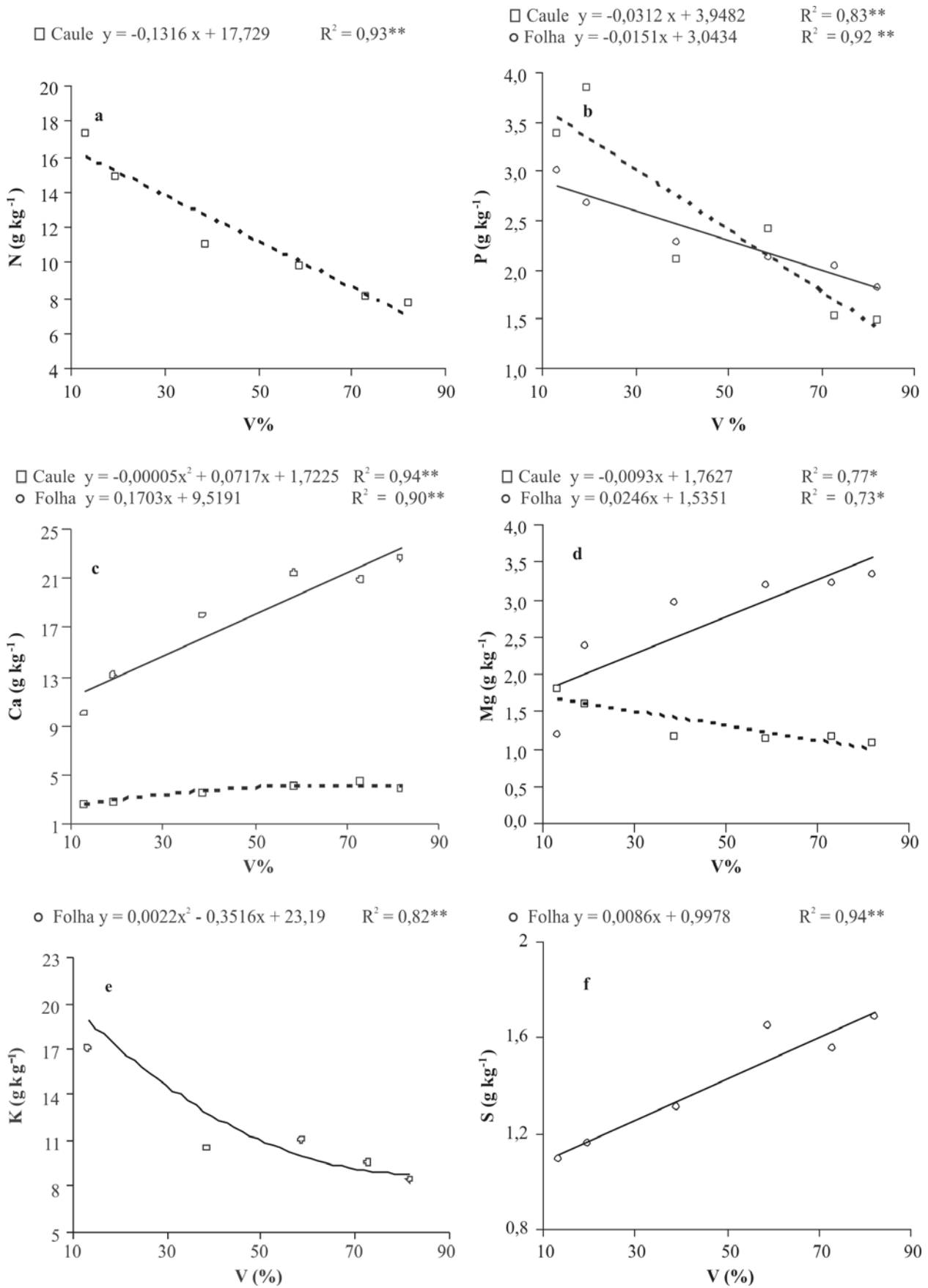
A adição de calcário, além de elevar o pH do solo, fornece também Ca e Mg, aumentando a disponibilidade desses nutrientes para a absorção pelas culturas (Raij, 1991). Como era de se esperar, o aumento da saturação por bases favoreceu o aumento dos teores foliares de Ca e Mg e os teores de Ca no caule das mudas de umbuzeiro (Figura 2 c, d). As respostas para os teores de Ca e Mg nas folhas foram lineares e positivas, já para o teor de Ca no caule foi quadrática.

No caule, o maior teor de Ca (4,29 g kg<sup>-1</sup>) foi atingido no nível de saturação por bases de 71,7%, sendo esse teor 60% superior ao encontrado no tratamento 13,3% de saturação por bases (2,58 g kg<sup>-1</sup>). O Ca é constituinte da parede celular (Marschner, 1995), assim, para maior crescimento da planta são necessárias maiores quantidades de Ca disponíveis para a absorção, independentemente da parte da planta (raiz, caule, folha, flor, fruto).

O Mg tem sua principal função na planta no processo de fotossíntese (Guimarães, 2000). Maior desenvolvimento das plantas requer maiores taxas fotossintéticas, culminando numa maior exigência em Mg. A calagem aumentou a disponibilidade de Mg para a absorção, proporcionando aumento nos teores foliares de Mg de forma linear positiva. Os teores de Mg no caule reduziram-se de forma linear com o aumento das doses de calcário, não acompanhando o mesmo comportamento da matéria seca do caule. Vitti *et al.* (2006) comentam que, de modo geral, os teores de Mg nas partes novas das plantas são maiores do que os encontrados nas mais velhas, embora o inverso possa ocorrer também. O Mg<sup>+2</sup> se movimenta na parte aérea pela corrente transpiratória, sendo móvel no floema (Malavolta *et al.*, 1997), assim é translocado das folhas mais velhas para as mais novas ou para os pontos de crescimento. Dessa forma, com a maior produção de matéria seca das plantas, proporcionada pelo incremento dos níveis de saturação por bases, houve aumento nas taxas fotossintéticas e, dessa forma, maior a exigência por Mg nas folhas, fazendo com que o elemento fosse translocado do caule para as folhas.

A prática da calagem aumenta os teores de Ca e Mg no solo, alterando as relações entre os nutrientes. A absorção de um dado elemento pode ser influenciada pela presença de outro, podendo ocorrer efeito antagônico, inibitório ou sinérgico. Em relação ao K, provavelmente ocorreu inibição competitiva durante o processo de absorção, pois os teores foliares desse nutriente foram reduzidos de forma significativa com o aumento das doses de calcário (Figura 2 e). A absorção de K é favorecida na presença de Ca, entretanto, em concentrações altas de Ca a absorção de K é inibida (Malavolta *et al.*, 1997).





**Figura 2** - Teores de macronutrientes nas folhas e no caule de mudas de umbuzeiros crescidas em latossolo Vermelho distroférico, em função da calagem.

Como já discutido, o S é constituinte de aminoácidos, proteínas e vitaminas, dentre outros compostos, e a calagem favorece sua maior disponibilidade às plantas (mineralização da matéria orgânica). O aumento das doses de calcário favoreceu o aumento dos teores de S nas folhas das mudas do umbuzeiro de forma linear (Figura 2 f). No tratamento em que se utilizou o solo com sua saturação natural o teor foliar de S foi de 1,11 g kg<sup>-1</sup>, passando para 1,16 g kg<sup>-1</sup> no nível de saturação por bases de 19,5% e para 1,70 g kg<sup>-1</sup> no nível de 82,1%, o que representa um incremento no teor foliar de S do nível de saturação de 19,5% para 82,1% da ordem de 40%. De acordo com Malavolta *et al.* (1997), o S é pouco móvel e, assim, apresenta baixa redistribuição no interior da planta, sendo essa predominantemente via floema.

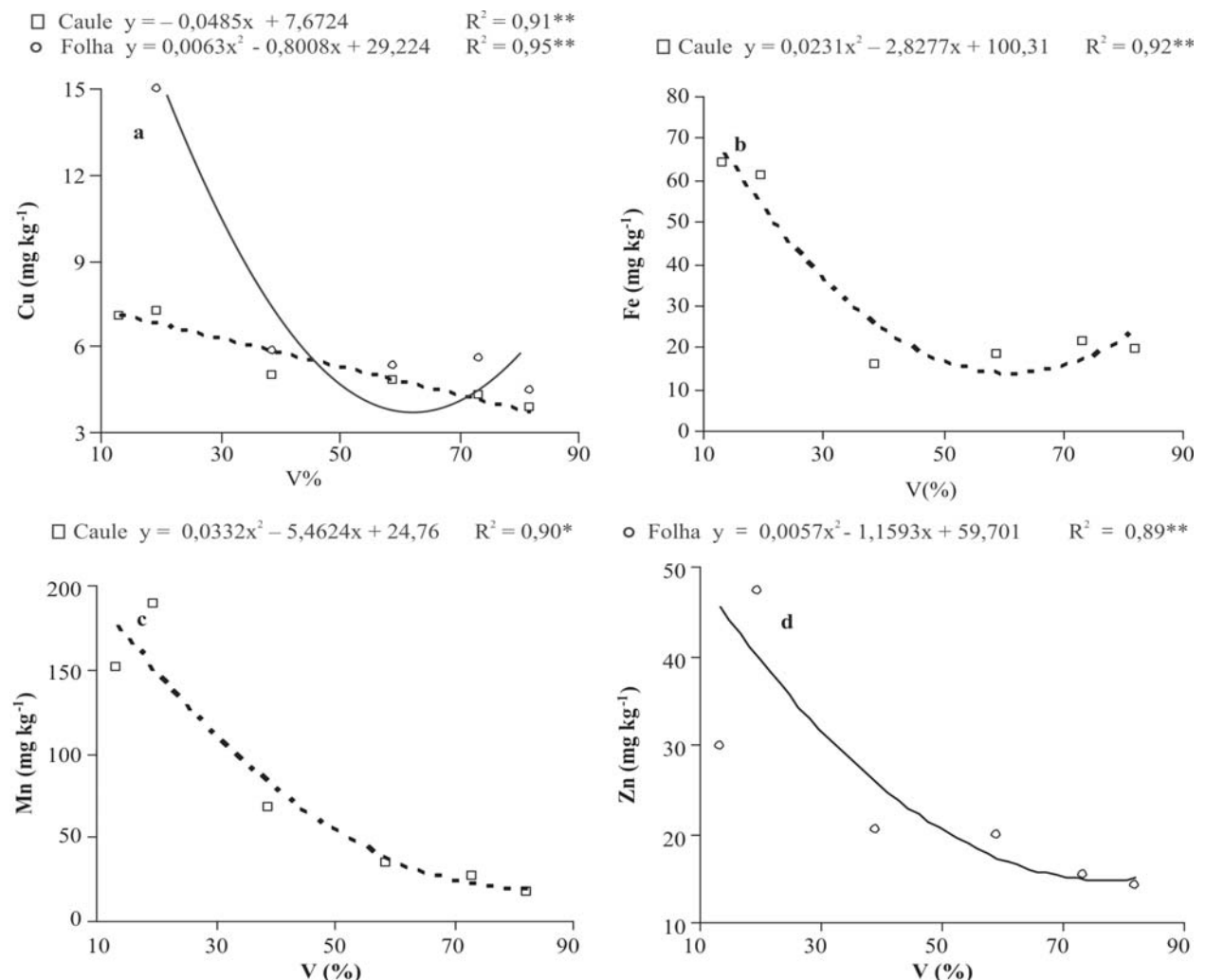
### Teores de micronutrientes

Os teores foliares de Cu e Zn e os de Cu, Fe e Mn no caule das mudas de umbuzeiro foram influenciados pelas doses de calcário aplicadas ao solo.

O teor foliar médio de Mn quantificado nas mudas de umbuzeiro foi de 185,00 mg kg<sup>-1</sup>, sendo aproximadamente seis vezes superior ao encontrado por Silva *et al.* (1984) em umbuzeiros adultos em campo, que foi de 32,00 mg kg<sup>-1</sup>. Já o teor médio de Zn no caule foi de 28,84 mg kg<sup>-1</sup>. Para o B, os teores médios encontrados para folhas e caule foram de 45,63 e 11,83 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Guimarães (2000) elevou a saturação por bases do solo arenoso de 11% para 34, 49, 64, 79 e 94%, e a do solo muito argiloso de 15% para 37, 51, 65, 79 e 93%, verificando que houve aumento nos teores B na parte aérea de várias forrageiras e diminuição nos teores de Fe, Mn e Zn.

Corroborando o autor citado, os teores de Fe (caule), Mn (caule) e Zn (folha) sofreram reduções com o aumento da saturação por bases no latossolo Vermelho distroférico (Figura 3 b, c, d). Segundo Raji (1991), a calagem promove a diminuição da disponibilidade no solo dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn. Com reflexo da menor disponibilidade desses nutrientes, as mudas de umbuzeiro apresentaram menores teores em suas partes (folha e caule).



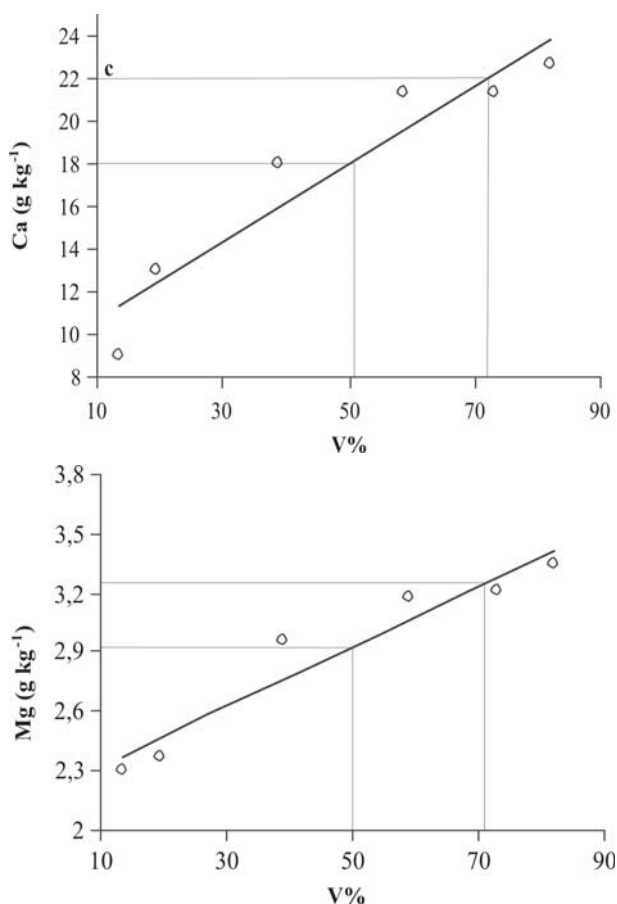
**Figura 3.** Teores de micronutrientes nas folhas e no caule de mudas de umbuzeiros crescidas em latossolo Vermelho distroférico, em função da calagem.

Também os teores de Cu se reduziram com o aumento da saturação por bases (Figura 3 a) tanto nas folhas quanto no caule, sendo o comportamento de reposta quadrático para as folhas e linear para o caule. Observa-se que os teores foliares de Cu nas menores doses de calcário foram aproximadamente duas vezes maiores que aqueles encontrados no caule e que, a partir do nível de saturação de 50%, essa diferença deixou de existir.

Estudando o efeito da elevação da saturação por bases sobre o crescimento e nutrição mineral do maracujazeiro doce, Fonseca (2002) verificou redução dos teores de B, Cu, Mn e Zn, concordando com os resultados obtidos para o umbuzeiro neste trabalho.

### Níveis críticos foliares de Ca e Mg

Para atingir a produção máxima de uma cultura são necessárias aplicações de doses de fertilizantes que, às vezes, não são econômicas. Frequentemente, consideram-se doses que proporcionam de 80 a 90% do rendimento máximo, as quais se aproximam do rendimento máximo econômico (Faquin *et al.*, 1995). Dessa forma, no cálculo do nível crítico de Ca e Mg foliares nas mudas do umbuzeiro considerou-se como a produção econômica 90% da produção máxima.



**Figura 4** - Níveis críticos foliares de Ca e Mg em mudas de umbuzeiro.

Como ilustrado na Figura 4, os níveis críticos foliares de Ca e Mg nas mudas de umbuzeiro foram de 18,28 a 21,47 g kg<sup>-1</sup> para o Ca e de 2,80 a 3,26 g kg<sup>-1</sup> para o Mg. Valores abaixo de 18,28 g kg<sup>-1</sup> de Ca nas folhas dos umbuzeiros na fase de muda podem ser considerados baixos, e acima de 21,47, g kg<sup>-1</sup> altos, o que pode indicar deficiência ou excesso desse nutriente.

Para os níveis críticos de Mg nas mudas de umbuzeiro, teores foliares abaixo de 2,80 g kg<sup>-1</sup> e acima de 3,26 g kg<sup>-1</sup> foram os que limitaram a produção de matéria seca, indicando que pode ter havido deficiência e excesso de Mg, respectivamente.

Neves *et al.* (2004), em experimento com umbuzeiros submetidos a níveis de salinidade, em solução nutritiva, verificaram que na dose de máxima produção de matéria seca o teor foliar de Mg foi de 2,13 g kg<sup>-1</sup>, já para o teor de Ca não houve diferença significativa.

Silva *et al.* (1984) encontraram teores foliares de Ca em umbuzeiros adultos, em campo, de 17,9 g kg<sup>-1</sup> e Mg de 3,1 g kg<sup>-1</sup>. Observa-se que o valor encontrado para o Ca está próximo do limite inferior determinado nesse experimento, e para o Mg o valor está dentro do intervalo determinado.

## CONCLUSÕES

A calagem favorece o crescimento das mudas de umbuzeiro em latossolo Vermelho distroférico, podendo o nível de saturação por bases ( $V_2$ ) de 70% ser indicado para o cálculo da necessidade de calagem.

O aumento do nível de saturação por bases incrementa os teores de Ca, Mg e S e reduz os de N, P, K, Cu, Fe, Mn e Zn nas mudas de umbuzeiro.

As faixas críticas de Ca e Mg nas folhas de mudas de umbuzeiros são de 18,28 a 21,47 g kg<sup>-1</sup> e 2,80 a 3,26 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- Biasi LA, Lima MR de & Koller OC (1994) Calagem e condicionantes físicos em substratos para porta-enxertos de abacateiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 16:13-17.
- Caires EF & Fonseca AF da (2000) Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. *Bragantia*, 59:213-220.
- Caires EF & Rosolem CA (2001) Correção da acidez do solo e do desenvolvimento do sistema radicular do amendoim em função da calagem. *Bragantia*, 57:175-178.
- Cantarutti RB, Barros NF, Martinez HEP & Novais RF (2007) Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: Neves JCL, Dias LE, Barros NF, Cantarutti RB, Novais RF & Alvarez V VH (Eds.) *Fertilidade do solo*. Viçosa, SBCS. p. 769-850.
- Carvalho JG & Neves OSC (2004) Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), Lavras, UFLA/FAEPE. 60p.



- Faquin V, Hoffmann CR & Evangelista AR (1995) O potássio e o enxofre no crescimento da brachiária e do colônio em amostras de um Latossolo da região noroeste do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 19:87-94.
- Ferreira DF (2000) Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4. 0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, São Carlos. Anais, UFSCar. p. 255-258.
- Fonseca EBA (2002) Crescimento do maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Dryand) em função da calagem, classes de solo e tipos de muda. Tese de Doutorado. Lavras, Universidade Federal de Lavras. 99p.
- Gondim TMS, Silva H, Silva AQ & Cardoso EA (1991) Período de ocorrência de formação de xilopódios em plantas de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) propagadas sexualmente e assexuadamente. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 13:33-38.
- Guimarães GFPB (2000) Avaliação de quatro forrageiras tropicais cultivadas em dois solos da Ilha do Marajó-PA submetidos a crescentes saturações por bases. Dissertação de Mestrado. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 197p.
- Malavolta E, Vitti GC & Oliveira AS (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações, 2 ed. Piracicaba-SP, POTAFOS. 319p.
- Marschner H (1995) Mineral nutrition of higher plant, 2 nd ed. San Diego, Academic Press. 889p.
- Mengel K & Kirkby EA (1987) Principles of Plant Nutrition, Bern, International Potash Institute. 655p.
- Nascimento CE de S, Santos CAF & Oliveira VRde (2000) Produção de mudas enxertadas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda). Circular técnica, 48. 13p.
- Neves OSC, Carvalho JG & Rodrigues CR (2004) Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. *Ciência e Agrotecnologia*, 28:997-1006.
- Raij BVan (1981) Avaliação da fertilidade do solo, Piracicaba-SP, POTAFOS. 142p.
- Raij BVan (1991) Fertilidade do solo e adubação, São Paulo-SP, CERES/POTAFOS. 343p.
- Silva H, Silva AQ da, Roque ML & Malavolta E (1984) Composição mineral do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, Florianópolis. Anais, SBF/EMPASC. p. 1129-1134.
- Vitti GC, Lima E & Cicarone F (2006) Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: Fernandes MS (Ed.) Nutrição mineral de plantas. Viçosa, SBCS. p. 299-326.