



Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Brasil

Neves, Orlando S. C.; Carvalho, Janice G. de; Ferreira, Eric V. O.; Pereira, Natália V.; Neves, Vanessa B. F.

Efeito da adubação nitrogenada sobre o crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de umbuzeiro

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 2, núm. 3, julio-septiembre, 2007, pp. 200-207

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119017387003>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

**AGRÁRIA**

Revista Brasileira de Ciências Agrárias  
v.2, n.3, p.200-207, jul-set., 2007  
Recife, PE, UFRPE. [www.agraria.ufrpe.com](http://www.agraria.ufrpe.com)  
Protocolo 18 - 6/12/2007

Orlando S. C. Neves<sup>1</sup>

Janice G. de Carvalho<sup>2</sup>

Eric V. O. Ferreira<sup>3</sup>

Natália V. Pereira<sup>3</sup>

Vanessa B. F. Neves<sup>4</sup>

## Efeito da adubação nitrogenada sobre o crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de umbuzeiro

### RESUMO

Avaliaram-se, neste experimento, o crescimento e o acúmulo de nutrientes por mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a doses de nitrogênio; o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis doses de nitrogênio (0, 35, 70, 140, 280 e 560 mg dm<sup>-3</sup> de N). A adubação nitrogenada foi parcelada em quatro aplicações, sendo as fontes de N utilizadas a ureia e o sulfato de amônio. Os resultados obtidos permitiram verificar que a dose de 286 mg dm<sup>-3</sup> de N foi a que proporcionou maior produção de matéria seca de mudas de umbuzeiro. Na dose de maior produção de matéria seca, a ordem de acúmulo dos macronutrientes foi N > Ca > K > Mg > P > S. A faixa crítica dos teores de N nas folhas das mudas do umbuzeiro foi de 25,72 a 29,48 g kg<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** adubação, deficiência, umbu

Effect of nitrogen fertilization on plant growth and accumulation of nutrients in 'umbu' seedlings

### ABSTRACT

The growth and accumulation of nutrients in 'umbu' (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) seedlings, fertilized with nitrogen doses, were evaluated in this experiment. The experimental design was randomized blocks, with four replications and six doses of N (0, 35, 70, 140, 280, and 560 mg dm<sup>-3</sup>). The nitrogen fertilization was parceled in four applications, using urea and ammonium sulphate. The dose of 286 mg dm<sup>-3</sup> of N provided the highest production of dry matter in 'umbu' seedlings. In the dose of highest production of dry matter the macronutrients accumulation order was: N > Ca > K > Mg > P > S. The critical level of the N content in the leaves of the 'umbu' seedlings ranged from 25.72 to 29.48 g kg<sup>-1</sup>.

**Key words:** fertilization, deficiency and umbu

<sup>1</sup>Professor Adjunto da Unidade Acadêmica de Garanhuns/UFRPE. Rua Euclides Dourado, 82, Heliópolis, Garanhuns/PE. CEP 55.296-190. Fone: (87) 3761 0969. E-mail: silvio@ufrpe.br

<sup>2</sup>Professora Titular do Departamento de Ciência do Solo / UFLA, CP 37, CEP 37.200-000. E-mail: janicegc@ufla.br

<sup>3</sup>Graduandos em Agronomia da Universidade Federal de Lavras/ UFLA, CP 37, CEP 37.200-000. E-mail: ericsolos@ufla.br

<sup>4</sup>Mestre em Estatística e Experimentação Agropecuária. CEP 55.296-230, Av. Rui Barbosa, 490, Garanhuns, PE. E-mail: vbf@ufla.br

## INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) é uma frutífera adaptada para sobreviver e produzir sob condições de estresse hídrico. Apesar de sua distribuição ser dispersa, ela é consagrada como espécie frutífera de grande importância econômica, social e ecológica para o semi-árido nordestino (Silva et al., 1987). A comercialização dos frutos, colhidos de forma extrativista, representa uma fonte de renda significativa para muitas famílias nordestinas, chegando a contribuir com até a metade da renda média anual das mesmas (Gondim et al., 1991). Assim, pode-se considerar o umbuzeiro uma alternativa viável para a geração de renda na região semi-árida do Nordeste do Brasil, mas, apesar da excelência que essa espécie apresenta para os sertanejos, poucos são os trabalhos publicados, especialmente na área da nutrição mineral (Neves, 2003).

Vários fatores afetam a qualidade de mudas, dentre eles a qualidade da semente, o tipo de recipiente, substrato, adubação e manejo das mudas em geral (Cruz et al., 2006). Gonçalves et al. (2000) acrescentam que o bom entendimento em relação à nutrição das mudas e o uso de substratos de cultivo apropriado, são fatores essenciais para definição de uma adequada recomendação de fertilização.

Uma nutrição nitrogenada adequada contribui para o incremento dos seus teores foliares e de outros elementos, especialmente P aumentando, em consequência, o crescimento e a produção (Bovi et al., 2002).

A deficiência de N nas plantas de umbuzeiro ocasiona, às folhas mais velhas, perda gradual da tonalidade verde-escuro, passando para verde-pálido, com posterior amarelecimento, distribuído de maneira uniforme. Com a intensificação da deficiência toda a planta se torna amarelecida, apresenta um crescimento reduzido, as folhas perdem o brilho e ocorre queda prematura das mesmas (Carvalho & Neves, 2004).

Fritz (1976), citado por Santos (1999), define o nível crítico, ou concentração crítica de um nutriente na planta ou no solo, como sendo a concentração abaixo da qual existe probabilidade de resposta da planta à sua adição no solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento, a nutrição mineral e o nível crítico foliar de N em mudas de umbuzeiro cultivadas em um Latossolo Vermelho distroférico, em função da adubação nitrogenada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, realizado em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, MG, definida geograficamente pelas coordenadas de 21°

14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste, com altitude de 910 m, foi conduzido de julho de 2004 a fevereiro de 2005.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis doses de N (0, 35, 70, 140, 280 e 560 mg dm<sup>-3</sup>). O N foi fornecido parceladamente, em quatro aplicações mensais, nas formas de uréia e sulfato de amônio (suficiente para o fornecimento do enxofre); a parcela se compunha de vaso com capacidade para 8 dm<sup>3</sup> e altura de 50 cm, preenchido com amostras do horizonte A de um Latossolo Vermelho distroférico (Tabela 1), com uma planta por vaso.

A calagem foi feita com CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub> (p.a.), na relação 3:1 (Ca:Mg), visando à elevação da saturação por bases a 80% (Neves et al., 2004). Depois de peneirado, o solo foi misturado ao corretivo e incubado durante quinze dias; a adubação complementar, em mg dm<sup>-3</sup>, incluindo-se o S adicionado à adubação nitrogenada, foi a seguinte: P = 200; K = 300; S = 60; B = 0,5; Cu = 1,5; Zn = 5,0 e Mo = 0,1.

Diariamente, fez-se a reposição de água utilizando-se água deionizada para elevar a 60% do volume total de poros, enquanto o volume a ser adicionado foi determinado através da pesagem dos vasos (amostragem de 1 vaso por tratamento).

As sementes tiveram sua dormência quebrada por escarificação mecânica, conforme recomendação de Nascimento et al. (2000), sendo germinadas em vermiculita; 20 dias após a emergência as mudas, com altura média de 9,5 cm, foram transplantadas para vasos com os tratamentos.

Avaliaram-se a altura (cm) e o diâmetro do caule (mm); depois de colhido, o material vegetal foi separado em raízes, caule e folhas, lavado em água corrente e destilada, secado em estufa a 70 °C até peso constante e a matéria seca correspondente a cada uma das partes, foi pesada (g planta<sup>-1</sup>) e moída; em seguida, foram determinados os teores dos nutrientes no caule e nas folhas e calculada, ainda, a relação de massa parte aérea/raiz.

Determina-se, a partir do extrato nítrico-perclórico, os teores de P por colorimetria; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; K e Na por fotometria de chama; S por turbidimetria do sulfato de bário e N total pelo método semimicro Kjeldahl. Os teores de B, após digerção por via seca, foram determinados por colorimetria (método da curcumina) (Malavolta et al., 1997). A partir dos teores dos nutrientes e com base na matéria seca das plantas, calculou-se o acúmulo dos elementos na parte aérea das mudas de umbuzeiro (somatório do acúmulo no caule e nas folhas).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, mediante significância do teste F e, quando significativos, submetidos também a análise de regressão. Realizaram-se as análises de variância e de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

Tabela 1. Análise química do solo (Latossolo Vermelho distroférico) utilizado no experimento\*

Table 1. Chemical analysis of soil (distroferric Red Latosol) used in the experiment\*

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

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

Obteve-se a faixa crítica foliar de N em mudas de umbuzeiro estimando-se a dose de N aplicada ao solo que proporcionou a produção de 90% da matéria seca das mudas de umbuzeiro e aquela acima do ponto de máxima eficiência física que proporcionou redução de 10% na produção (Faqquin et al., 1995); em seguida, essas doses foram substituídas na equação de regressão para os teores foliares N obtendo-se, assim, a faixa crítica deste nutriente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Crescimento

Quando se aplicou N ao solo, as plantas responderam significativamente em altura e acúmulo de matéria seca de raiz, caule, folha e total; entretanto, não se detectaram diferenças para as variáveis diâmetro do caule e relação parte aérea/raiz (Figura 1).

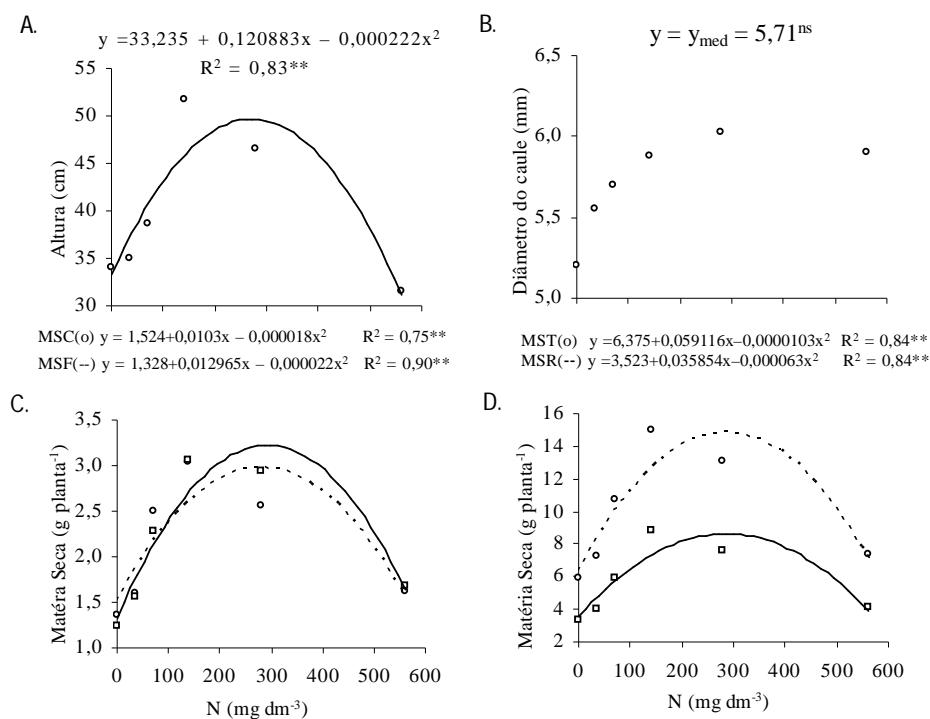
Quando o fornecimento de N para a planta é abaixo do seu nível de exigência, o crescimento é retardado (Marschner, 1995). Constatou-se, para as mudas de umbuzeiro, que nas menores doses de N aplicadas ao solo as plantas apresentaram crescimento reduzido e amarelecimento das folhas mais velhas, sintomas idênticos aos descritos por Carvalho & Neves (2004) para umbuzeiros deficientes em nitrogênio. Quando se elevaram as doses de N, as mudas responderam

com um crescimento maior, entretanto, nas doses mais altas aplicadas ao solo, as plantas apresentaram menor crescimento, retratando comportamento de resposta quadrático (Figura 1A).

Obteve-se, na dose estimada de 272 mg dm<sup>-3</sup> de N, a máxima altura (49,68 cm) das mudas do umbuzeiro (Figura 1A). O diâmetro do caule não sofreu influência das doses de N aplicadas ao solo não se detectando diferenças significativas. O diâmetro médio do caule foi de 5,71 mm. Malavolta et al. (1997) relataram que plantas bem nutridas em N apresentaram elevado crescimento e produção e seu excesso pode ocasionar estiolamento; no caso do umbuzeiro, as plantas adubadas com N cresceram verticalmente (altura) mas o aumento em espessura do caule foi reduzido. É importante salientar que se realizou no solo utilizado no experimento, a calagem, o que favoreceu provavelmente a mineralização da matéria orgânica natural do solo (Faqquin, 2001).

Para a matéria seca das folhas e do caule (Figura 1C) as doses estimadas de 294 e 286 mg dm<sup>-3</sup> de N, respectivamente, foram as que possibilitaram, às mudas de umbuzeiro, atingir suas máximas produções. Apesar do diâmetro do caule não ter mostrado diferença significativa, a matéria seca dessas partes foi estatisticamente diferente, em virtude do crescimento em altura das plantas.

A matéria seca da raiz (Figura 1D) apresentou sua máxima produção física (8,52 g planta<sup>-1</sup>) com a dose calculada de 286 mg dm<sup>-3</sup> de N.



**Figura 1.** Altura (A), diâmetro do caule (B), matéria seca de caule-MSF e matéria seca de folhas-MSF (C), matéria seca de raízes-MSR e matéria seca total-MST (D) de mudas de umbuzeiro, em função de doses de nitrogênio (D) de mudas de umbuzeiro, em função de doses de nitrogênio

**Figure 1.** Height (A), stem diameter (B), dry matter of stem-MSF and dry matter of leaf-MSF (C), dry matter of root-MSR and total dry matter-MST (D) of 'umbuzeiro' seedlings, as a function of nitrogen doses

A dose estimada de  $286 \text{ mg dm}^{-3}$  de N proporcionou a produção de matéria seca total de  $14,86 \text{ g planta}^{-1}$  de umbuzeiro (Figura 1D), sendo que já na dose de  $166 \text{ mg dm}^{-3}$  de N foram obtidos 90% da máxima produção física ( $13,37 \text{ g planta}^{-1}$ ).

A relação percentual entre as três partes estudadas (matéria seca de raiz, caule e folhas) na dose de máxima produção de matéria seca total ( $286 \text{ mg dm}^{-3}$  de N) foi de 58,1% para o sistema radicular; 20,2% para o caule e 21,7% para as folhas destacando-se que, mesmo bem nutrido em N, o umbuzeiro concentra compostos orgânicos no sistema radicular, cujo comportamento pode ser explicado por ser o umbuzeiro uma planta adaptada a sobreviver e produzir em ambientes de estresse hídrico. Nas raízes do umbuzeiro estão localizados os xilopódios, que são os órgãos de reserva de água, compostos orgânicos e nutrientes (Mendes, 1990).

A relação parte aérea/raiz não diferiu significativamente ( $y = y_{\text{med}} = 0,77^{**}$ ), indicando que a relação citada anteriormente se manteve mais ou menos constante, independentemente da dose de N, sendo a média geral de 0,77, o que confirma a maior produção de raízes em relação à parte aérea, pelas mudas de umbuzeiro.

De forma geral, todas as medidas de matéria seca estudadas apresentaram comportamento muito semelhante, com seus pontos de máxima eficiência física entre  $284$  e  $294 \text{ mg dm}^{-3}$  de N.

#### Teores de macro e micronutrientes

Para os macronutrientes, apenas os teores foliares de N e Ca e os teores de N, Ca e S no caule diferiram significativa-

mente entre os tratamentos estudados (Figura 2A; Figura 2B; Figura 2C).

Os teores foliares de P, K, Mg e S não foram influenciados pelas doses de N aplicadas ao solo; portanto, os teores foliares de P, K, Mg e S não foram influenciados pelas doses de N aplicadas ao solo, sendo seus teores médios, em  $\text{g kg}^{-1}$ , de  $1,68, 9,90, 2,21$  e  $1,77$ , respectivamente.

Os teores de P, K e Mg no caule das mudas do umbuzeiro não sofreram influência das doses de N, não havendo diferença significativa nos seus teores entre as plantas, independentemente do tratamento. Os teores médios detectados no caule foram de  $0,94 \text{ g kg}^{-1}$  para o P;  $11,25 \text{ g kg}^{-1}$  para o K;  $1,40 \text{ g kg}^{-1}$  para o Mg.

Os teores de Ca nas folhas das mudas responderam linearmente e positivamente à adubação nitrogenada sendo que, na dose de  $0 \text{ mg dm}^{-3}$  de N, o teor de Ca foi de  $26,79 \text{ g kg}^{-1}$ , passando para  $32,97 \text{ g kg}^{-1}$  na máxima dose de N testada (Figura 2B), no caso dos teores de Ca no caule, a resposta foi quadrática inversa sendo os teores reduziram até a dose estimada de  $44 \text{ mg dm}^{-3}$  de N; o máximo teor de Ca no caule ( $15,66 \text{ g kg}^{-1}$ ) foi obtido na menor dose de N.

As doses de N aplicadas ao solo influenciaram significativamente os teores de N, tanto nas folhas quanto no caule das mudas de umbuzeiro. Como ilustrado na Figura 2A, com o aumento das doses de N o teor foliar deste elemento respondeu de forma quadrática, tendo seu máximo teor ( $29,49 \text{ g kg}^{-1}$ ) atingido na dose de N estimada de  $425 \text{ mg dm}^{-3}$ . Como relatado por Corrêa (1999), além da expansão foliar o aumento do suprimento de N no solo promoveu aumento na absorção

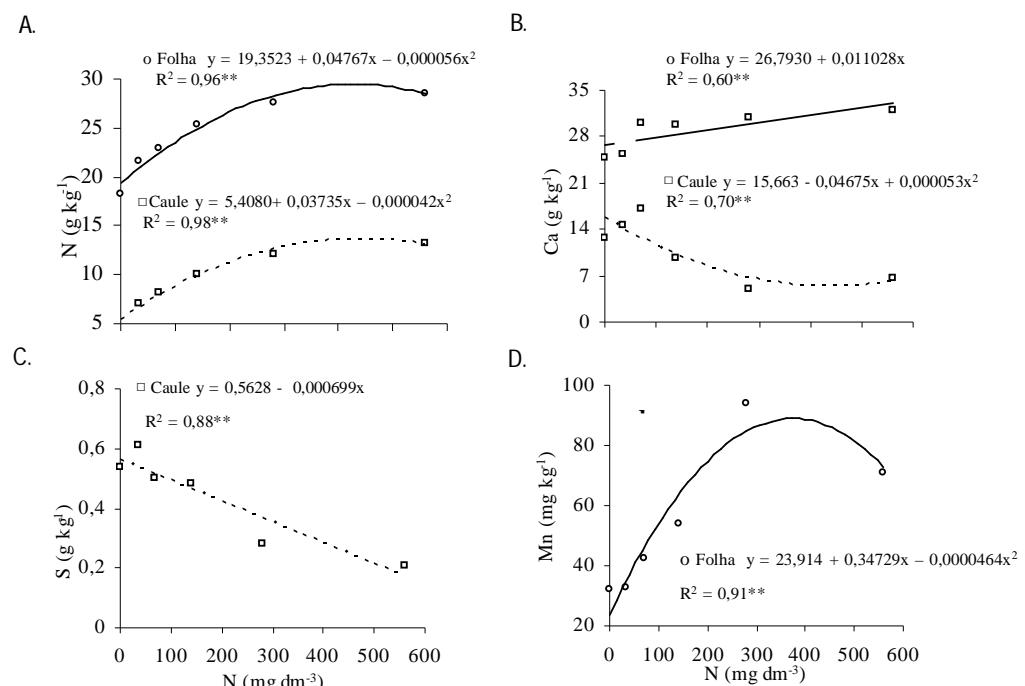


Figura 2. Teores de nitrogênio (A), cálcio (B), enxofre (C) e manganês (D) em mudas de umbuzeiros em função de doses de N

Figure 2. Content of nitrogen (A), calcium (B), sulfur (C) and manganese (D) in 'umbu' seedlings as a function of doses of N

deste nutriente pelo umbuzeiro, resultando em um aumento do teor de N nas folhas.

O aumento dos teores foliares de N (Figura 2A) e o acúmulo de matéria seca seguiram funções quadráticas (Figura 1D); este comportamento pode ser explicado, segundo Tolley-Henry & Raper (1986), pelo fato de, com o fornecimento em excesso de N, a planta apresenta declínio na atividade fotossintética, de modo que tal atividade pode atingir níveis abaixo daqueles adequados à demanda da respiração das plantas; com isto, começa a haver degradação de compostos orgânicos nitrogenados, que passam a ser usados como fonte de energia, levando ao acúmulo de amônio e à redução no crescimento e produção e, por último, intensificando o efeito de concentração.

No caule, os teores de N foram aumentados até a dose estimada de  $444 \text{ mg dm}^{-3}$  de N, decaindo a partir dessa dose, caracterizando uma resposta quadrática; na referida dose o teor de N foi de  $13,71 \text{ g kg}^{-1}$ .

Inversamente ao observado para os teores de N no caule, os teores de S foram menores nos tratamentos em que se aplicaram as maiores doses de N (Figura 2C). Segundo Mala-

volta et al. (1997), o excesso de  $\text{N-NO}_3^-$  pode promover redução na absorção de  $\text{SO}_4^{2-}$  por algumas plantas, pela inibição competitiva.

Tanto nas folhas quanto no caule das mudas de umbuzeiro, os teores de B, Cu, Fe e Zn não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. Os teores médios, respectivamente para folhas e caule, foram de  $30,10$  e  $13,45 \text{ mg kg}^{-1}$  para o B;  $4,76$  e  $4,18 \text{ mg kg}^{-1}$  para o Cu;  $182,27$  e  $13,12 \text{ mg kg}^{-1}$  para o Fe;  $10,90$  e  $6,41 \text{ mg kg}^{-1}$  para o Zn.

Silva et al. (1984), estudando plantas adultas de umbuzeiro em campo, encontraram os seguintes teores foliares médios: N =  $29,0 \text{ g kg}^{-1}$ , P =  $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ , K =  $10 \text{ g kg}^{-1}$ , Ca =  $17,9 \text{ g kg}^{-1}$ , Mg =  $3,1 \text{ g kg}^{-1}$ , S =  $3,2 \text{ g kg}^{-1}$ , Fe =  $110 \text{ mg kg}^{-1}$ , Cu =  $6 \text{ mg kg}^{-1}$ , Mn =  $32 \text{ mg kg}^{-1}$ , Zn =  $18 \text{ mg kg}^{-1}$  e B =  $68 \text{ mg kg}^{-1}$ .

O estádio vegetativo da planta é fator que deve ser considerado quando da comparação de resultados da análise química, pois os teores de determinado nutriente em certa parte da planta, em épocas e idades distintas, podem apresentar diferenças significativas (Marschner, 1995). Os resultados encontrados por Silva et al. (1984) foram obtidos de umbuzeiros

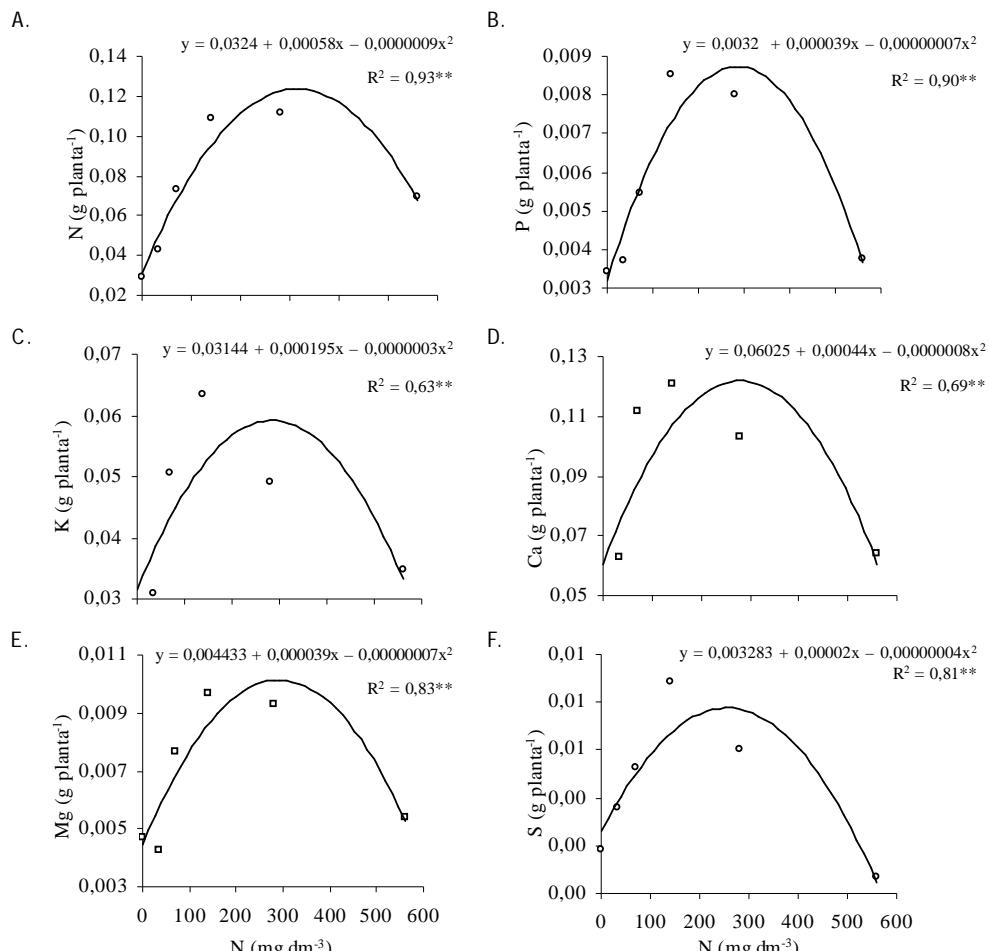


Figura 3. Acúmulo de macronutrientes na parte aérea de mudas de umbuzeiro, em função de doses de N

Figure 3. Accumulation of macronutrients in shoot of 'umbu' seedlings in function of doses of N

em estádio vegetativo, diferente dos obtidos neste experimento.

Os teores de Mn no caule das mudas do umbuzeiro não foram influenciados pelas doses de N aplicadas ao solo, mantendo uma média de 15,76 mg kg<sup>-1</sup>; já os teores foliares de Mn (Figura 2D) nas mudas de umbuzeiro aumentaram no sentido do aumento das doses de N aplicadas ao solo até a dose estimada de 374 mg dm<sup>-3</sup> de N; nesta dose, o teor de Mn foi de 88,90 mg kg<sup>-1</sup>.

#### Acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea

Os acúmulos de todos os nutrientes, exceto do Fe, foram influenciados pelas doses de N aplicadas ao solo. O Fe acumulado pelas mudas de umbuzeiro foi, em média, de 0,398 mg planta<sup>-1</sup>.

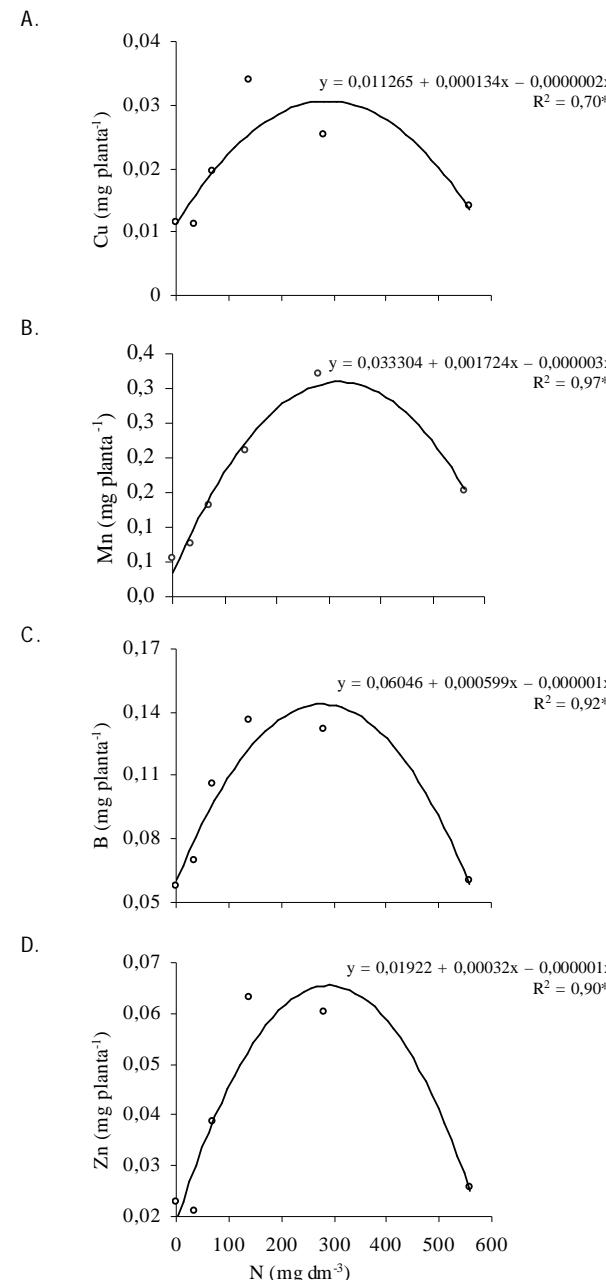
Conforme Faquin (2001), o acúmulo dos macronutrientes segue a mesma tendência da produção de matéria seca; este autor cita, ainda, que para plantas de soja cultivadas em ambientes não-salinos há perfeita sobreposição das curvas de produção de matéria seca e acumulação de macronutrientes. Semelhante ao descrito pelo autor, os resultados apresentados na Figura 3 indicam forte relação do acúmulo dos macronutrientes com a produção de matéria seca pelas mudas de umbuzeiro. O acúmulo de N teve seu pico (0,123 g planta<sup>-1</sup>) na dose estimada de 322 mg dm<sup>-3</sup> de N (Figura 3A); a partir dessa dose, o acúmulo foi reduzido; na dose 0 mg dm<sup>-3</sup> de N, a acumulação de N foi de 0,032 g planta<sup>-1</sup>, 3,8 vezes menor, portanto, que a detectada na dose que proporcionou o maior acúmulo.

Para o P, o maior acúmulo (0,0086 g planta<sup>-1</sup>) foi atingido na dose de 278 mg dm<sup>-3</sup> (Figura 3B); este acúmulo foi 2,7 vezes maior que o detectado nas plantas do tratamento que não recebeu adição de N (0,0032 g planta<sup>-1</sup>); já o K teve seu pico de acumulação (0,063 g planta<sup>-1</sup>) na dose de 325 mg dm<sup>-3</sup> de N (Figura 3C), representando um ganho de aproximadamente 100% em relação ao acúmulo atingido no tratamento com 0 mg dm<sup>-3</sup> de N.

Os maiores acúmulos de Ca, Mg e S foram atingidos nas doses calculadas de 275, 278 e 250 mg dm<sup>-3</sup> de N, respectivamente (Figura 3D, E, F); esses acúmulos corresponderam a 0,121 g planta<sup>-1</sup> de Ca, 0,01 g planta<sup>-1</sup> de Mg e 0,006 g planta<sup>-1</sup> de S.

Se se considerar a dose de 286 mg dm<sup>-3</sup> de N, que foi aquela que proporcionou a maior produção de matéria seca pelas mudas de umbuzeiro, a ordem de acumulação dos macronutrientes é N > Ca > K > Mg > P > S, enquanto já no tratamento adicional a ordem foi Ca > N > K > Mg > P = S. Observa-se que a ordem só foi alterada em relação ao N e ao Ca, o que se previa, pois o fornecimento de N favoreceu a disponibilidade deste elemento proporcionando maior absorção pelas raízes e, consequentemente, maior transporte e acúmulo na parte aérea.

Como apresentado na Figura 4, os acúmulos de Cu, Mn, B e Zn indicaram os mesmos comportamentos daqueles apresentados na acumulação dos macronutrientes, todos respondendo de forma quadrática à aplicação de N.



**Figura 4.** Acúmulo de cobre (A), manganes (B), boro (C) e Zn (D) na parte aérea de mudas de umbuzeiro, em função de doses de N

**Figure 4.** Accumulation of copper (A) manganese (B) boron (C) and zinc (D) shoot of 'umbu' seedlings as a function of doses of N

O acúmulo de Cu foi aumentado em função das doses de N até o ponto de 335 mg dm<sup>-3</sup> de N, quando acumulou 0,032 mg planta<sup>-1</sup>. De forma semelhante aconteceu com o Mn, o B e o Zn, que tiveram seus máximos acúmulos nas doses de 299 e 160 mg dm<sup>-3</sup> de N, respectivamente, nas quais o acúmulo de Mn foi de 0,281 mg kg<sup>-1</sup>; o de B 0,150 mg kg<sup>-1</sup> e o de Zn 0,045 mg kg<sup>-1</sup>.

### Faixa crítica foliar de N

Para atingir a produção máxima de uma cultura, são necessárias aplicações de doses de fertilizantes que, muitas vezes, não são econômicas. Freqüentemente, em experimentos de casa de vegetação se consideram doses que proporcionam de 80 a 90% do rendimento máximo, as quais se aproximam do rendimento máximo econômico no campo (Faqquin et al., 1995); desta forma, no cálculo do nível crítico de N foliar nas mudas do umbuzeiro consideraram-se como produção econômica 90% da produção máxima; no outro extremo, levou-se em conta a dose que, após atingida a máxima produção física, a reduziu em 10%.

Como ilustrado na Figura 5, a faixa crítica foliar de N nas mudas de umbuzeiro foi de 25,72 a 29,48 g kg<sup>-1</sup>; na verdade, esta é uma faixa em que se encontram os teores desejáveis de um nutriente para que a planta possa expressar crescimento e produção satisfatórios. Neste experimento, a faixa crítica foi determinada para os teores foliares de N para umbuzeiros na fase de muda.

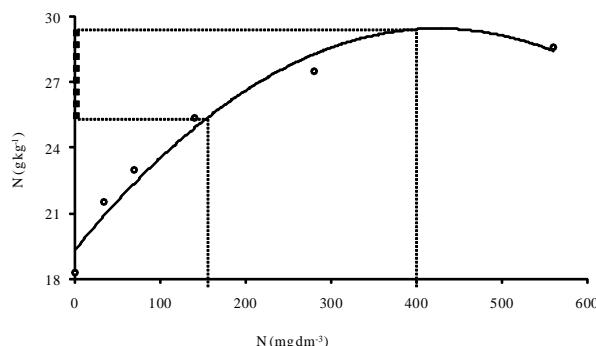


Figura 5. Nível crítico foliar de N em mudas de umbuzeiro

Figure 5. Critical level of N in leaf of 'umbu' seedlings

Nas folhas do umbuzeiro na fase de muda, teores inferiores a 25,72 g kg<sup>-1</sup> de N podem ser considerados baixos e acima de 29,48 g kg<sup>-1</sup> de N, altos, o que pode indicar deficiência ou excesso deste nutriente, respectivamente.

### CONCLUSÕES

A dose estimada de 286 mg dm<sup>-3</sup> de N foi a que proporcionou a maior produção de matéria seca pelas mudas de umbuzeiro.

Na dose de maior produção de matéria seca, a ordem de acúmulo dos macronutrientes foi N > Ca > K > Mg > P > S.

A faixa crítica dos teores de N nas folhas de mudas de umbuzeiro foi de 25,72 a 29,48 g kg<sup>-1</sup>.

### LITERATURA CITADA

- Bovi, M. L. A.; Godoy Jr., G.; Spiering, S. H. Respostas de crescimento da pupunheira à adubação NPK. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 161-166, 2002.
- Carvalho, J. G.; Neves, O. S. C. Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). Lavras: Editora UFLA, 2004. 60 p.
- Corrêa, F. S. Adubação nitrogenada e níveis críticos foliares de nitrogênio em feijoeiro cultivado em solo de várzea. Lavras: UFLA, 1999. 45 p. (Dissertação de Mestrado)
- Cruz, C. A. F.; Paiva, H. N.; Guerrero, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascalho (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). *R. Árvore*, Viçosa, v.30, n.4, p.537-546, 2006
- Faqquin, V. Nutrição mineral de plantas: textos acadêmicos. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 182 p.
- Faqquin, V.; Hoffmann, C. R.; Evangelista, A. R. O potássio e o enxofre no crescimento da brachiaria e do colonião em amostras de um Latossolo da região noroeste do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 19, n. 1, p. 87-94, 1995.
- Ferreira, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows 4. 0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade International de Biometria, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- Gonçalves, J. L. M. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: Gonçalves, J. L. M.; Benedeti, V. (ed.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.
- Gondim, T. M. S.; Silva, H.; Silva, A. Q.; Cardoso, E. A. Período de ocorrência de formação de xilopódios em plantas de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) propagadas sexualmente e assexuadamente. *A. Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 13, n. 2, p. 33-38, 1991.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estudo nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba-SP: POTAPOS, 1997. 319 p.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- Mendes, B. F. Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) importante fruteira do semi-árido. Mossoró-RN: ESAM, 1990. 67 p.
- Nascimento, C. E. de S.; Santos, C. A. F.; Oliveira, V. R. de. Produção de mudas enxertadas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda). Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 2000. 13 p. Embrapa Semi-árido. Circular técnica ; n. 48
- Neves, O. S. C. Nutrição mineral e crescimento de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), em solução nutritiva, em função de níveis de salinidade. Lavras, UFLA, 2003. 70 p. (Dissertação de Mestrado)
- Neves, O. S. C.; Carvalho, J. G.; Hojo, R. H. Nível ótimo de saturação por bases para mudas de umbuzeiro cultivadas em Latossolo Vermelho distroférico. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 26.; Reunião Brasileira sobre Micorrizas, 10.; Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 8.; Reunião Brasileira da FERTIBIO, 2004. Lages. Anais... Lages, SC, 2004, CD-Rom.

- Santos, H. Q. Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades. Viçosa: UFV. 1999. 80 p. (Dissertação de Mestrado)
- Silva, H.; Silva, A. Q.; Oliveira, A. R.; Cavalcante, F. B. Algumas informações pomológicas do umbuzeiro da Paraíba. II. Características tecnológicas. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 9., 1987, Campinas, SP. Resumos... Campinas: SBF, 1987. v. 1. p. 691-696.
- Silva, H.; Silva, A. Q. da; Roque, M. L.; Malavolta, E. Composição mineral do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 7., 1983, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984. v. 4. p.1129-1134.
- Tolley-Henry, L.; Raper, C. D. Utilization of ammonium as a nitrogen source. Plant Physiology, Maryland, v. 82, n. 1, p. 54-60, 1986.