



Acta Scientiarum. Biological Sciences

ISSN: 1679-9283

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

Barros Silva, Enilson de; Poubel Gonçalves, Nívio; Pinho, Paulo Jorge de
Limitações nutricionais para crescimento de mudas de umbuzeiro em Latossolo Vermelho distrófico no
Norte de Minas

Acta Scientiarum. Biological Sciences, vol. 27, núm. 1, enero-marzo, 2005, pp. 55-59

Universidade Estadual de Maringá

.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187117080008>

- 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

Limitações nutricionais para crescimento de mudas de umbuzeiro em Latossolo Vermelho distrófico no Norte de Minas

Enilson de Barros Silva^{1*}, Nívio Poubel Gonçalves² e Paulo Jorge de Pinho³

¹Faculdades Federais Integradas de Diamantina, C.P. 38, 39100-000, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. ²Epamig/Centro Tecnológico do Norte de Minas, C.P. 112, 39527-000, Nova Porteirinha, Minas Gerais, Brasil. ³Universidade Federal de Lavras, C.P. 37, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: ebsilva@fafeid.edu.br

RESUMO. O umbuzeiro apresenta-se como uma fruteira alternativa para ser explorada economicamente, sob condições de sequeiro no Norte de Minas. No entanto, há necessidade de informações sobre o seu cultivo racional e principalmente, no que se refere à nutrição mineral. O objetivo deste trabalho é de avaliar as limitações nutricionais do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm). As mudas foram cultivadas em vasos contendo um Latossolo Vermelho distrófico submetido aos seguintes tratamentos: completo (adubado com N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn), testemunha (solo natural) e a omissão de um nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B e -Zn). Após quatro meses foram avaliadas as seguintes características: altura, diâmetro, peso de massa seca da parte aérea, de raízes e de xilopódio e, teor de nutrientes na massa seca da parte aérea. O umbuzeiro mostrou-se bastante exigente em nutriente em condições adequadas de umidade, sendo a disponibilidade original do solo estudado abaixo das suas exigências durante a fase de crescimento.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa*, umbuzeiro, fertilização, nutrição.

ABSTRACT. Nutritional limitations of umbuzeiro seedlings growth in dystrophic Red Latossol in the North of Minas Gerais State, Brazil. *Spondias tuberosa* is an alternative tree fruit to be economically explored, under dry conditions in the North of Minas Gerais, Brazil. However, it is necessary more information about its rational cultivation and mainly its mineral nutrition limitations. This work was carried out to evaluate the mineral nutrient required by *Spondias tuberosa* plant growth. The seedlings were cultivated in pots of Brazilian Oxisol under the following treatments: a complete treatment (fertilized with N, P, K, Ca, Mg, S, B and Zn), a control one (natural soil) and the absence of those nutrients per pot treatment. Plant height, stem diameter, dry matter of shoot, root and xilopode and the nutrient content in dry matter of shoots were evaluated after four months. The results of analysis showed that the umbuzeiro demanded a lot of nutrient in appropriate humidity conditions. The natural soil studied presented low nutrient contents demanded by the *Spondias tuberosa* during this growing phase.

Key words: *Spondias tuberosa*, fertilization, nutrition.

Introdução

A espécie *Spondias tuberosa* Arr. Câm. (Anacardiaceae) é popularmente denominada “imbu”, “umbu”, “imbuzeiro”, “umbuzeiro”, ou “ombu”. A palavra é uma corruptela de y-mb-ú (árvore que dá de beber), em alusão às raízes, que contêm água (Gomes, 1980). O seu sistema radicular, adaptado à adurência do clima sertanejo, compõe-se de longas, espraçadas, mais ou menos superficiais, intumescências, redondas e escuras, de 20 cm de diâmetro, providas de tecido lacunoso, celulósico, cheio de água (Gomes, 1980). Essas estruturas, popularmente denominadas cuncas, quando descascadas, apresentam-se alvíssimas, sumarentas e doces, mitigando a fome e a sede do sertanejo e também utilizadas na elaboração de doces

(Brandão, 1994).

A resistência do umbuzeiro ao estresse hídrico está relacionada com o armazenamento de água e de reservas nutritivas nas raízes modificadas ou xilopódios. Perdendo as folhas após o período das chuvas, o umbuzeiro passa para o estado de dormência, com os xilopódios desempenhando grande papel na sua sobrevivência (Santos *et al.*, 1995).

Na região Norte do estado de Minas Gerais, os projetos públicos e privados de irrigação e, principalmente, a fruticultura irrigada, favoreceram o desenvolvimento dos municípios onde foram implantados. Entretanto, a maior parte dessa região não dispõe de recursos hídricos que permitam o desenvolvimento de agricultura irrigada, restando-lhe

poucas alternativas de aproveitamento agrícola de suas terras, acentuando-se assim as diferenças de desenvolvimento regional. O umbuzeiro apresenta-se como uma fruteira alternativa para ser explorada economicamente sob condições de sequeiro no Norte de Minas. Todavia, faltam ainda informações a respeito de seu cultivo racional e, principalmente à nutrição mineral.

A bibliografia pertinente a essa espécie restringe-se, basicamente, às informações de cunho botânico e morfológico, feitas “in locum”. Silva *et al.* (1991a, b, c) estudaram a absorção, acúmulo e transporte e teores de N, P e K em umbuzeiro em várias fases de desenvolvimento sob condições naturais.

A técnica do elemento faltante é uma metodologia usada para a identificação de deficiências nutricionais. Envolve o crescimento de uma planta sob condições de campo ou casa de vegetação, em que é testado um tratamento completo (com todos os nutrientes necessários em doses adequadas) e uma série de tratamentos, nos quais é feita a omissão de um nutriente de cada vez. Normalmente, considera-se como deficiência severa quando a produção de massa seca cai a 40% em relação ao tratamento completo (Sanches, 1981). Empregando-se a técnica do nutriente faltante, pode-se estabelecer: 1) quais nutrientes são deficientes; 2) a importância relativa dessa deficiência; e 3) a taxa de redução da fertilidade do solo quando se utilizam plantas que permitem cortes sucessivos (Chaminade, 1972). Segundo Malavolta (1980), o método fornece também uma idéia semiquantitativa de necessidade de adubação.

Este trabalho teve por objetivo avaliar as limitações nutricionais do umbuzeiro e o efeito da omissão de nutrientes sob o crescimento das plantas.

Material e métodos

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação no Centro Tecnológico do Norte de Minas da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (CTNM/Epamig), utilizando a técnica do elemento faltante. Utilizou-se amostra de um Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 1999) de textura média, com baixa disponibilidade de nutrientes do município de Nova Porteirinha, Estado de Minas Gerais, que após secagem ao ar foi peneirado (malha de 5 mm) e acondicionado em vasos plásticos de 5 dm³ não-perfurados, evitando a drenagem da água e perda de nutrientes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições: completo, adubado com N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn (COM), Testemunha (TEST) e a omissão de um nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B e -Zn). Os nutrientes foram aplicados na forma de reagentes p.a. e misturados totalmente ao volume de solo

correspondente a cada tratamento. As doses aplicadas no tratamento completo consistiram de: 25 mg N (NH₄NO₃); 300 mg P (CaHPO₄.2H₂O, KH₂PO₄ e H₃PO₄); 50 mg K (KH₂PO₄); 80 mg Ca (CaHPO₄.2H₂O); 20 mg Mg (MgSO₄.7H₂O); 30 mg S (MgSO₄.7H₂O); 1 mg B (H₃BO₃) e 4 mg Zn (ZnCl₂) por dm³ de solo.

Após a aplicação dos tratamentos, o material de solo permaneceu incubado por um período de 30 dias, quando então foram coletadas amostras dos tratamentos testemunha e completo para análises químicas e físicas, cujos resultados encontram-se na Tabela 1.

Foram utilizadas sementes de umbu nativo (*Spondias tuberosa*) coletadas de uma única planta no município de Nova Porteirinha. A semeadura foi realizada em canteiros de areia e a irrigação com solução de sulfato de cálcio p.a. na concentração de 10⁻⁴ mol L⁻¹ até o plantio definitivo nos vasos (60 dias após a semeadura), quando se iniciou o período experimental. Nessa ocasião, as mudas possuíam diâmetro médio de 2,2 mm e altura média de 6,2 cm.

Tabela 1. Análise química e física dos materiais de solo da testemunha e do tratamento completo após 30 dias da aplicação dos nutrientes.

Características ¹	Testemunha	Completo
Análises químicas		
pH água (1:2,5)	5,6	5,7
P (mg dm ⁻³)	1,0	95
K ⁺ (mg dm ⁻³)	56	130
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,5	1,2
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,2	0,4
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,1	0,1
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	1,2	1,5
S-SO ₄ ²⁻ (mg dm ⁻³)	2,0	18,0
B (mg dm ⁻³)	0,3	0,7
Zn (mg dm ⁻³)	0,7	5,4
M.O. (g kg ⁻¹)	18	-
Análise física		
Areia (g kg ⁻¹)	400	-
Silte (g kg ⁻¹)	350	-
Argila (g kg ⁻¹)	250	-

¹P, K e Zn – extrator Mehlich-1; S-SO₄²⁻ – extrator Ca(H₂PO₄)₂; Ca, Mg e Al – extrator KCl 1 mol L⁻¹; B – água quente e MO – teor de matéria orgânica determinado através da multiplicação do resultado do CO por 1,724.

A umidade do solo foi mantida em torno de 60% do volume total de poros (VTP), aferida diariamente através de pesagem, completando-se o peso com água deionizada. Foram feitas duas adubações de cobertura com 25 mg K (KNO₃), cada uma e cinco coberturas com 25 mg N (KNO₃ e NH₄NO₃), cada uma por dm³ de solo. As adubações de cobertura iniciaram após 30 dias do transplantio das mudas para os vasos com parcelamento a cada 15 dias e, adubação de cobertura, a cada 15 dias. Após 120 dias do transplantio realizou-se a avaliação de altura de plantas, diâmetro do caule a 5 cm do colo; peso de massa seca da parte aérea (MSPA), peso de massa seca de raízes (MSR) e peso de massa seca do xilopódio (MSX).

Os teores de macro e micronutrientes na parte

aérea foram assim determinados; o de nitrogênio pelo método Kjeldahl (Malavolta *et al.*, 1997). No extrato, obtido por digestão nitricoperclórica (Malavolta *et al.*, 1997), foram dosados os teores de P, por colorimetria; Ca, Mg e Zn por espectrofotometria de absorção atômica; K por fotometria de chama; S total por turbidimetria (Blanchar *et al.*, 1965). O B foi extraído por incineração a 550°C e determinado por colorimetria utilizando azometina (Malavolta *et al.*, 1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott a 5% (Scott e Knott, 1974).

Resultados e discussão

As plântulas de umbu sob o tratamento completo apresentaram altura e diâmetro superiores aos demais tratamentos (Tabela 2), ao contrário do tratamento testemunha, mostrando que os nutrientes foram limitantes ao crescimento das plantas. As omissões de N, P e Ca foram as que mais limitaram o crescimento em altura e diâmetro das plantas de umbu (Tabela 2). Mendonça *et al.* (1999), utilizando a técnica de elemento faltante em espécie florestal, verificaram que P e Ca foram limitantes para a aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All). A reduzida disponibilidade de P (Tabela 1) pode ser responsável pelo inadequado crescimento das plantas em solos que possuem elevada capacidade de fixação de P, considerando que a deficiência do nutriente é o mais importante fator nutricional que restringe o crescimento vegetal em solos tropicais (Sanchez e Uehara, 1980; Sanchez e Salinas, 1981).

A produção de massa seca da parte aérea (MSPA) é uma característica importante para ser avaliada por ser reflexo do crescimento das mudas de umbu em altura e em diâmetro. Verifica-se na tabela 2 que o tratamento completo mostrou-se com maior produção de MSPA do que os demais tratamentos e as plantas sob a omissão de N e P apresentaram menor produção de MSPA, seguidas da omissão de Ca. Resultado semelhante foi obtido por Silva *et al.* (1986) com a graviola, que é também uma planta frutífera, em solução nutritiva. O menor crescimento pela omissão de N pode ser justificado pela maior necessidade de absorção desse macronutriente devido à maior taxa de crescimento. Gonçalves *et al.* (1992) encontraram maiores eficiências de absorção e de utilização de N em espécies florestais pioneiras, que são de rápido crescimento. As plantas de umbu, portanto demonstraram ser uma espécie bastante responsiva. Segundo Marschner (1991), espécies de crescimento rápido apresentam elevada resposta ao fornecimento de nutrientes, sendo menos adaptadas a solos de baixa fertilidade.

Tabela 2. Crescimento em altura, diâmetro, produção de massa seca da parte aérea (MSPA), de raízes (MSR) e do xilopódio (MSX) de mudas de umbu submetidas aos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MSX (g)
Completo	74,30a	7,50a	16,43a	9,38a	1,50a
Testemunha	6,40d	3,00e	5,98g	5,70g	0,30e
-N	24,10c	4,00d	6,64f	6,23f	0,40d
-P	25,70c	5,50c	6,81f	6,24f	0,40d
-K	38,70b	6,00b	8,87c	7,78c	1,20b
-Ca	25,80c	4,00d	7,40e	6,10f	0,30e
-Mg	43,30b	6,00b	9,62b	8,05b	0,80c
-S	39,90b	4,00d	8,04d	7,04d	0,80c
-B	39,50b	5,00c	7,97d	6,57e	0,40d
-Zn	40,00b	5,00c	7,93d	6,51e	0,40d
Média geral	35,78	5,00	8,57	6,96	0,65
CV (%)	6,23	5,95	4,34	5,82	4,82

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem pelo Teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

As plantas de umbu apresentaram uma redução de 50% na produção de MSPA nas omissões de B e de Zn em relação ao tratamento completo, indicativo de uma elevada exigência nesses micronutrientes (Tabela 2; Figura 1). Os teores desses micronutrientes no solo foram abaixo do nível crítico (Alvarez V. *et al.*, 1999) para a fase de crescimento. A deficiência de B frequentemente está relacionada a períodos secos por fluxo de massa (Raij, 1991) quando a umidade não é suficiente para sua movimentação no solo, prejudicando a absorção pelas plantas (Mengel e Kirkby, 1987; Fonseca *et al.*, 1990) e, da mesma forma, dificultando a difusão do Zn no solo (Malavolta *et al.*, 1997). Desta maneira, o umbuzeiro que apresenta alta taxa de crescimento em condições mais favoráveis de umidade do solo necessita de uma maior disponibilidade de nutrientes para formar suas reservas durante períodos secos.

A produção de massa seca de raízes (MSR) foi menos afetada pela omissão de nutrientes do que a produção da parte aérea (Tabela 2; Figura 1) que não foi inferior a 50% do tratamento completo. O comportamento da produção de MSR foi semelhante à produção de MSPA. As maiores reduções no sistema radicular foram pelas omissões de N, P e Ca (Tabela 2). Uma baixa disponibilidade de P pode ser responsável pelo inadequado desenvolvimento das raízes das plantas (Sanchez e Uehara, 1980). Em condições de acidez moderada (pH > 5,0), o fornecimento de Ca favorece o crescimento da maioria das espécies, mostrando efeito comparável ao da calagem (Kinraid *et al.*, 1985; Vale *et al.*, 1996). Em decorrência da maior taxa de crescimento das mudas em condições favoráveis, o N do solo não foi suficiente para atender às exigências da planta.

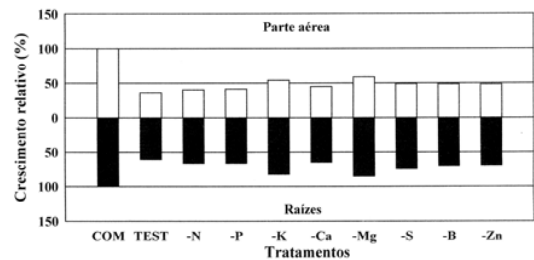


Figura 1. Crescimento relativo em massa seca da parte aérea e de raízes de mudas de umbu submetidas a diferentes tratamentos.

A sequência de exigência nutricional apresentada pelas plantas de umbu em relação ao tratamento completo, considerando a produção de MSPA, foi a seguinte: N, P, Ca, Zn, B, S, K e Mg (Figura 1).

O umbuzeiro, para resistir às condições de estresse hídrico, armazena água em raízes modificadas ou xilopódios (Santos *et al.*, 1995). A maior produção de massa seca de xilopódio (MSX) no tratamento completo (Tabela 2) comportou-se semelhantemente à produção de MSPA e MSR (Tabela 2). Desta forma, explica a maior exigência de nutrientes na fase de crescimento para a formação do xilopódio para proporcionar melhor condição para resistir ao período seco. Após as chuvas, o umbuzeiro perde as folhas, entra em estado de dormência e os xilopódios desempenham grande papel na sua sobrevivência (Santos *et al.*, 1995).

Os maiores teores de N na parte aérea das mudas foram observados nos tratamentos com omissão de Mg e S (Tabela 3). Todos os tratamentos (com exceção da omissão de N) receberam N na forma nítrica e amoniacal. A omissão de Mg propiciou maior disponibilidade de N na forma amoniacal devido à substituição do $MgSO_4$ do tratamento completo por $(NH_4)_2SO_4$, ao contrário da omissão de S, que foi na forma nítrica por $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, que reduziu a competição catiônica do Mg^{2+} sobre NH_4^+ e aniônica do SO_4^{2-} sobre o NO_3^- , respectivamente (Malavolta, 1980).

As maiores concentrações de K na MSPA foram encontradas no tratamento com omissão de Ca (Tabela 3). Segundo Raij (1991), solos com maiores teores de Ca e com CTC (capacidade de troca de cátions) mais elevada podem afetar a disponibilidade de K.

Tabela 3. Teor de nutrientes na massa seca da parte aérea de mudas de umbu submetidas a diferentes tratamentos.

Treatamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
Completo	27	c	2,36c	24,6d	9,2 d	2,9d 2,0b 18,2d	45,1d	
Testemunha	13	f	0,88d	6,7 g	8,8 d	1,4 e 1,5c 18,7d	11,0g	
-N	19	e	2,40c	23,9d	15,5a	3,1 c 2,4a 20,7c	69,7b	
-P	23	d	0,66d	13,9e	13,8b	3,1 c 2,4a 25,1b	75,6a	
-K	27	c	2,34c	11,6f	11,4c	3,4b 2,1b 20,3c	48,5c	
-Ca	30	b	2,36c	37,6a	7,5 d	3,3b 2,1b 28,9a	68,6b	
-Mg	34	a	3,06b	25,0d	10,2c	1,5 e 2,1b 21,2c	46,2d	

-S	33	a	2,90b	25,9d	12,9b	2,9d 1,6c 19,2d	47,2c	
-B	30	b	2,66c	30,4b	9,4 d	2,9d 2,1b 11,7e	41,0e	
-Zn	27	c	3,54a	28,6c	9,9 c	4,0a 2,0b 29,1a	13,9f	
Média Geral	26,602,81	22,810,92,8	2,0	21,346,7				
CV(%)	3,76	7,104,389,203,519,924,692,14						

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem pelo Teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

O maior teor de Ca na MSPA foi observado no tratamento com omissão de N (Tabela 3). De acordo com Malavolta (1980), a absorção de Ca^{2+} pelas raízes diminui à medida que se aumenta a concentração de K^+ , Mg^{2+} e NH_4^+ no meio. Os tratamentos com omissão de Ca, K e Zn proporcionaram os maiores teores de Mg na MSPA das mudas de umbu (Tabela 3). Existe um antagonismo entre cátions, em que o aumento na concentração de um desses elementos no meio pode implicar a diminuição da absorção dos outros, o que explica altas concentrações de Mg nos tratamentos com omissão de Ca e K.

Os maiores teores de S na MSPA do umbuzeiro foram observados nos tratamentos com omissão de N e P (Tabela 3). A absorção de sulfato é prejudicada pela presença de nitrato e fosfato na solução do solo (Malavolta *et al.*, 1997). Desta forma, houve uma redução na competição aniônica na omissão de N e P.

Os teores mais altos de B foram verificados nos tratamentos de Ca e Zn (Tabela 3), possivelmente devido à redução da interação entre esses nutrientes na solução do solo (Malavolta *et al.*, 1997). A absorção de Zn foi favorecida pela omissão de P, cujos teores superaram o do tratamento completo, atribuído pela ausência da inibição não-competitiva na absorção do P sobre a absorção de Zn (Malavolta, 1980).

Pelos resultados obtidos, verificou-se que o umbuzeiro, em condições adequadas de umidade, mostrou-se uma espécie com elevada demanda nutricional, sendo a disponibilidade original de nutrientes do solo abaixo das suas exigências para fase de crescimento.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (Epamig), pelo apoio e cooperação.

Referências

ALVAREZ V., V.H. *et al.* Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C. *et al.* (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.25-32.

BLANCHARD, R.W. *et al.* Sulfur in plant material digestion with nitric and perchloric acids. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, v.29, n.1, p.71-72, 1965.

BRANDÃO, M.A. Caatinga e seu acervo em frutos

- comestíveis. *Inf. Agropecu.*, Belo Horizonte, v.17, n.181, p.43-46, 1994.
- CHAMINADE, R. Recherches sur fertilité et la fertilisation des sols dans les regions tropicales. *Agronomie*, Paris, v.27, n.9, p.8891-8904, 1972.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Produção de Informação, 1999.
- FONSECA, S. da *et al.* Adubação de *Eucalyptus camaldulensis* com boro e zinco em solos do cerrado na região de Brasilândia - Minas Gerais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.403-406.
- GOMES, P. *Fruticultura brasileira*. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1980.
- GONÇALVES, J.L.M. *et al.* Produção de biomassa e sistema radicular de espécies de diferentes estágios sucessionais. *Rev. Inst. Florest.*, São Paulo, v.4, p.363-367, 1992.
- KINRAID, T.B. *et al.* A rapid assay for aluminium phytotoxicity at submicromolar concentrations. *Physiol. Plantarum*, Copenhagen, v.65, n.3, p.245-250, 1985.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral*. Piracicaba: Ceres, 1980.
- MALAVOLTA, E. *et al.* *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.
- MARSCHNER, H. Mechanisms of adaptation of plants to acid soils. *Plant Soil*, The Hague, v.134, n.1, p.1-20, 1991.
- MENDONÇA, A.V.R. *et al.* Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (Aroeira do sertão). *Cerne*, Lavras, v.5, n.2, p.65-75, 1999.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A.. *Principales of plant nutrition*. 4.ed. Berna: International Potash Institute, 1987.
- RAIJ, B.van. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo: Ceres, 1991.
- SANCHES, P.A. *Suelos de los trópicos: características y manejo*. San José: IICA, 1981.
- SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J.G. Low input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. *Adv. Agron*, New York, v.34, p.280-406, 1981.
- SANCHEZ, P.A.; UEHARA, G. Management considerations for acid soils with high phosphorus fixation capacity. In: KHASAWNEH, F.E. *et al.* (Ed.). *The role of phosphorus in agriculture*. Madison: ASA, 1980. p.471-514.
- SANTOS, C.A.F. *et al.* *Coleta, conservação, caracterização e utilização da variabilidade genética do imbuzeiro (Spondias tuberosa Arr. Câm.)*. Petrolina: Embrapa/CPATSA, 1995.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for groupnig means in the analysis of variance. *Biometrics*, Washington, DC., v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- SILVA, A. Q. da *et al.* Nutrição mineral da graviola (*Annona muricata* L.) I Sintomas de carências nutricionais . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, 1986, Brasília. *Anais...* Brasília: SBF, 1986. p.297-301.
- SILVA, A.Q. da *et al.* Acumulação de NPK durante crescimento e maturação de frutos de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.). *Rev. Bras. Frutic.*, Cruz das Almas, v.13, n.4, p.259-263, 1991a.
- SILVA, A.Q. da *et al.* Estado nutricional de plantas de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) e absorção de NPK pelos frutos por ocasião da colheita. *Rev. Bras. Frutic*, Cruz das Almas, v.13, n.4, p.253-257, 1991b.
- SILVA, H.M. do M. *et al.* Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em diferentes épocas do ano em umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) do Curimataú Paraibano. *Rev. Bras. Frutic*, Cruz das Almas, v.13, n.4, p.265-270, 1991c.
- VALE, F.R. *et al.* Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.31, n.9, p.609-616, 1996.

Received on September 08, 2004.

Accepted on January 25, 2005.