

CRESCIMENTO INICIAL DE MORINGA (*Moringa oleifera* Lam) SOB OMISSÃO DE NUTRIENTES

Hugo Vieira

Eng. Agr., Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, CEP 58109-970, Campina Grande, PB
E-mail: hugo1vieira@yahoo.com.br

Lucia Helena Garófalo Chaves

Prof.^a. Titular, UFCG, Departamento de Engenharia Agrícola, CEP 58109-970, Campina Grande, PB
E-mail: lhgarofalo@hotmail.com

Ricardo Almeida Viégas

Prof.. Adjunto, UFCG, Departamento de Engenharia Florestal, CEP 58700-970, Patos, PB
E-mail: raviegas@uol.com.br

Resumo - A *Moringa oleifera* Lam. é uma espécie leguminosa arbórea adaptada às condições áridas e semi-áridas e de uso diversificado com especial destaque na ornamentação de parques e jardins, na alimentação animal, na complementação alimentar humana e na medicina. Uma vez que são poucas as informações sobre esta planta, o trabalho teve como objetivo avaliar a produção de matéria seca das folhas, caule e raízes de mudas de *Moringa oleifera* Lam submetidas a diferentes soluções nutritivas com exclusão de macronutrientes. Os tratamentos consistiram-se de sete soluções nutritivas: 1; solução completa (SC); 2) SC-N; 3) SC-P; 4) SC-K; 5) SC-Ca; 6) SC-Mg; 7) SC-S. A espécie estudada mostrou comportamento diferenciado na resposta à omissão dos elementos e ao tratamento completo. A omissão de N, P e Mg da solução nutritiva diminuiu a produção de MST e favoreceu o crescimento das raízes aumentando a relação R/PA. A omissão de K, Ca e S da solução nutritiva não alterou a produção de MST e a relação R/PA.

Palavras-chave: nutrição mineral, solução nutritiva, mudas

INITIAL GROWTHING OF MORINGA (*Moringa oleifera* Lam) UNDER NUTRIENT OMISSION

Abstract - *Moringa oleifera* Lam is a leguminous species well adapted to arid and semi arid conditions and is largely used as ornamental for parks and gardens in the animal feeding and human diet and as medicinal. Since research informations on this plant species are scarce, the current work aimed to evaluate the production of leaves, stems and roots dry matter in *Moringa oleifera* Lam seedlings hidroponically grown under physiological conditions or not. The treatments used were the following: (1) nutrient solution containing all required macronutrients (experimental control) or lacking (2) N; (3) P; (4) K; (5) Ca; (6) Mg and (7) S. The *Moringa oleifera* Lam showed different responses to the imposed treatments. Nutrient solution free of N, P and Mg decreased whole dry matter production (WDM) and increased root to shoot ratios (R/S), however both parameters were not affected in plants grown under absence of K, Ca and S in the nutrient solution.

Keywords: mineral solution, nutritive solution, seedling

INTRODUÇÃO

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é uma espécie perene da família Moringaceae, originária do nordeste indiano, tendo sido introduzida no Brasil já há alguns anos, uma vez que ela é conhecida no Estado do Maranhão desde 1950 (AMAYA et al., 1992). Trata-se de uma planta adaptada às condições semi-áridas e de uso diversificado com especial destaque na ornamentação de parques e jardins, na alimentação animal, na complementação alimentar humana e na medicina.

Atualmente a moringa vem sendo cultivada e difundida em todo a área denominada “polígono das secas”, devido, principalmente, a sua utilização no

tratamento de água para uso doméstico, uma vez que seu efeito coagulante, servindo para clarificar água, é há muito conhecido (GALLÃO et al., 2006).

Embora as relações fundamentais entre nutrição mineral e crescimento sejam os mesmos, tanto para as espécies arbóreas quanto para as demais espécies, o conhecimento acerca da necessidade de nutrientes para o crescimento de uma determinada espécie é a base da identificação e correção de suas deficiências nutricionais contribuindo para que a mesma sobreviva em diferentes tipos de solo (NAMBIAR et al., 1989).

Estímulos ao crescimento de espécies arbóreas decorrentes da aplicação de nutrientes são relatados para muitas espécies, como por exemplo, para aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) (MENDONÇA et al.,

1999), para paricá (*Schizolobium amazonicum*) (MARQUES et al., 2004) e para teca (*Tectona grandis*) (BARROSO, et al., 2005). No entanto, poucos são os trabalhos na literatura direcionados ao conhecimento da moringa quanto ao aspecto da relação entre exigência nutricional e produção de matéria seca. Desta forma, é preponderante a obtenção de dados científicos sobre a nutrição da mesma, principalmente por se tratar de uma espécie exótica, de forma a contribuir com questões relativas ao seu desenvolvimento, melhoria de sua produtividade e da qualidade de seus produtos.

A diagnose por subtração caracteriza-se por realizar cultivo de plantas, geralmente em casa de vegetação, em substratos os mais variados possíveis (solo, areia lavada, vermiculita, serragem de madeira, solução nutritiva, etc) nos quais se adiciona o tratamento “completo” e uma série de tratamentos em que um nutriente essencial não é adicionado. Esta técnica permite obter diversas informações entre as quais, a importância relativa das deficiências (LOPES & CARVALHO, 1991).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar, através da diagnose por subtração, a importância relativa de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre sobre a produção e distribuição de massa seca em plantas jovens de moringa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande (PB).

A produção de mudas de moringa foi feita por sementes provenientes da entidade Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS-PTA)-Núcleo de Remígio, PB. Inicialmente as sementes foram submetidas a uma esterilização superficial com solução comercial de hipoclorito de sódio (5% v/v), durante 10 minutos. Em seguida foram lavadas com água destilada de forma a permitir uma completa remoção do agente esterilizante utilizado. Ao final desta fase, as sementes foram completamente imersas em água destilada, por um período de 24 horas, com os objetivos de acelerar como também de se obter uma maior homogeneidade no processo de germinação (CÁCERES et al., 1991).

Após este período, as sementes foram acondicionadas, para germinarem, em bandejas plásticas (37 x 30 x 14 cm) contendo areia passada em peneira com abertura de malha de 2 mm e lavada com uma solução de ácido clorídrico (HCl) comercial na proporção de 1:10 (ácido:água) de forma a provocar uma completa remoção das frações coloidais bem como de íons presentes na mesma.

Durante o período de germinação, a umidade do substrato foi mantida próxima àquela correspondente a sua capacidade máxima de retenção de água, mediante irrigações diárias com solução contendo 1,0 mmol L⁻¹ de CaSO₄.

Decorridos quinze dias da germinação, plantas jovens de moringa, com aproximadamente 10 cm de altura e dois pares de folhas definitivas, foram transferidas para recipientes plásticos (12 cm de altura, 9 cm de diâmetro na parte superior e 4 cm na parte inferior, com volume total, aproximadamente, 0,5 dm³), contendo areia lavada como substrato. Após o transplante, as plantas foram submetidas a um período de aclimação à solução nutritiva. Para isto, nos primeiros oito dias as irrigações foram conduzidas com solução nutritiva completa de Hoagland & Arnon (1950) com 10% da sua força iônica original. A partir deste período, a força iônica da solução foi sendo gradativamente duplicada (a cada 3 dias) até atingir, ao final de 9 dias, 80%; sob essas condições, as plantas foram cultivadas por mais 15 dias (plantas com 47 dias de germinadas) quando então foram submetidas as diferentes soluções nutritivas (Tabela 1) referentes aos sete tratamentos: T1) solução completa (SC); T2) solução completa com omissão de nitrogênio (-N); T3) solução completa com omissão de fósforo (-P); T4) solução completa com omissão de potássio (-K); T5) solução completa com omissão de cálcio (-Ca); T6) solução completa com omissão de magnésio (-Mg); T7) solução completa com omissão de enxofre (-S).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído por sete tratamentos, conforme anteriormente descritos, com três repetições, sendo cada parcela constituída por três mudas cultivadas em vasos individuais.

Durante o período da aplicação dos tratamentos as plantas foram irrigadas duas vezes por dia com um volume de solução suficiente para permitir uma ampla drenagem. O volume de solução utilizado foi sempre superior a 200 mL planta⁻¹ dia⁻¹, e variou de acordo com o estágio de crescimento das plantas e com as condições de clima. Esse procedimento foi necessário para manter tanto a concentração dos nutrientes como o valor de pH no ambiente radicular com variações mínimas ao longo de todo o período experimental.

As plantas foram irrigadas com as soluções correspondentes a cada tratamento por um período de 30 dias após o qual, as plantas foram separadas em folhas, caules e raízes, secadas, em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 96 horas, pesadas em balança de precisão.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as medias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (GOMES, 1978; FERREIRA, 2000).

Tabela 1. Composição das soluções nutritivas completa e com deficiência de nutrientes

Solução estoque	Completa	CaSO ₄	- N	- P	- K	- Ca	- Mg	- S
	mL de solução estoque / L solução de tratamento							
KNO ₃ , 1M	4,8		---	4,8	---	4,8	4,8	4,8
Ca(NO ₃) ₂ . 4H ₂ O, 1M	3,2		---	3,2	3,2	---	3,2	3,2
NH ₄ H ₂ PO ₄ , 1M	0,8		---	---	0,8	0,8	0,8	0,8
MgSO ₄ . 7H ₂ O, 1M	1,6		1,6	1,6	1,6	1,6	---	---
NH ₄ NO ₃ , 1M	---		---	---	0,8	0,8	---	---
CaSO ₄ . 2H ₂ O, 0,01 M	---	1,0	---	---	---	---	---	---
NaNO ₃ , 1M	---		---	---	3,2	4,8	---	---
KH ₂ PO ₄ , 1M	---		0,8	---	---	---	---	---
K ₂ SO ₄ , 0,5M	---		4,0	---	---	---	---	---
(NH ₄) ₂ SO ₄ , 1M	---		---	0,4	---	---	---	---
MgCl ₂ . 6H ₂ O, 1M	---		---	---	---	---	---	1,6
Na ₂ SO ₄ , 1M	---		---	---	---	---	1,6	---
CaCl ₂ - 2H ₂ O, 1M	---		1,6	---	---	---	---	---
Fé-EDTA, 1M	0,8		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Micronutrientes*	0,8		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

* Fe Cl₃ 6H₂O, 40 mM; Na₂ EDTA, 40 mM; H₃ BO₃, 25 mM; Mn Cl₂ . 4H₂O, 2 mM; ZnCl₂, 2 mM; NaCl, 50 mM; CuCl₂. 2H₂O, 0,5 mM; H₂MoO₄ (85% MoO₃), 0,5 mM

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A omissão de K, Ca, e S, da solução nutritiva, analisada sob o ponto de vista da produção total de massa seca (MST), não resultou em alterações significativas no crescimento das plantas de moringa em relação ao tratamento completo (SC) (Figura 1). Nestes três casos, a MST de 73,84; 72,88 e 72,27 g planta⁻¹, respectivamente, foi semelhante a do tratamento controle (73,30 g planta⁻¹).

Sarcinelli et al. (2004), estudando o comportamento de mudas de *Acacia holosericea* na ausência de macronutrientes observaram que a omissão de Ca e S não proporcionaram redução significativa na

produção de MST. Em estudo realizado com outra espécie deste mesmo gênero (*A. mangium*), Dias et al. (1990) constataram baixa exigência de Ca para a formação de mudas da espécie. Já os valores de MST de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva Fr. All.*) (MENDONÇA et al., 1999), de paricá (*Schizolobium amazonicum*) (MARQUES et al., 2004) e de teca (*Tectona grandis*) (BARROSO, et al., 2005), foram reduzidas pela omissão de K e Ca, enquanto que a omissão de S não afetou o crescimento das mudas de paricá e de acácia, provocando porém, diminuição no crescimento de teca.

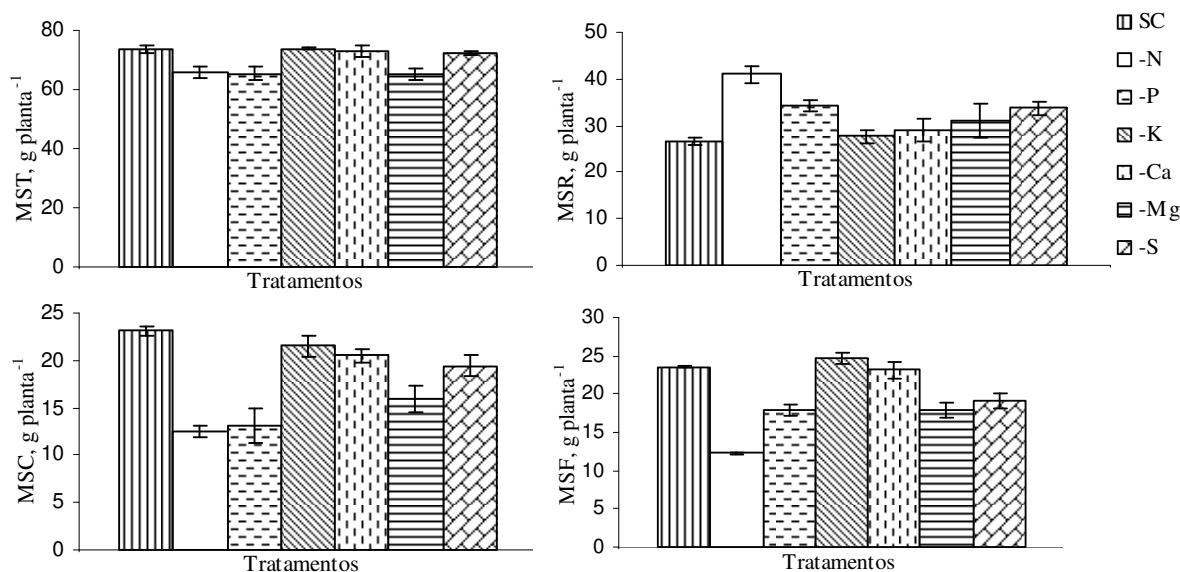


Figura 1. Produção de matéria seca total (MST), de raízes (MSR), de caule (MSC) e de folhas (MSF) de mudas de *Moringa oleifera* Lam em cada tratamento.

O cálcio apresenta influência no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois se encontra envolvido em processo como fotossíntese, divisão celular, movimentos citoplasmáticos e aumento do volume celular (MALAVOLTA, et al., 1997).

As produções individuais de massa seca em raízes (MSR), caules (MSC) e folhas (MSF) com a omissão de Ca, não diferiram significativamente do tratamento completo, corroborando com Monteiro et al. (1995) e Sarcinelli et al. (2004), no entanto, discordando de Marques et al. (2004). Com a omissão de K este mesmo comportamento foi observado (Figura 1). De forma contrária, a espécie florestal, *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (aroeira do sertão), teve a produção de MST reduzida em, aproximadamente, 75% e 93%, com a omissão de K e de Ca, respectivamente, e com importantes modificações na sua distribuição entre as diferentes partes da planta (MENDONÇA et al., 1999).

Por outro lado, com a omissão de S, observou-se uma produção de MST semelhante ao controle, no entanto, esta semelhança decorre de uma acumulação preferencial de MS nas raízes. Este resultado, associado

ao fato de que as folhas, caules e parte aérea, em razão da omissão de S, acumularam MS em magnitudes inferiores àquelas que foram observadas nas plantas controle, leva a supor que a ausência deste nutriente no ambiente radicular pode modificar o padrão de alocação de carboidratos e proteínas entre os diferentes órgãos das plantas de moringa, com destaque, possivelmente, para um aumento da acumulação destas frações orgânicas nas raízes. Por exemplo, quando as plantas de moringa foram cultivadas na presença de todos os elementos essenciais (SC), a distribuição de MS apresentou o seguinte padrão: 36,40 (raízes), 31,50 (caule) e 34,83 % (folhas); com a omissão de S, os valores encontrados foram 46,63, 26,91 e 26,45%, respectivamente, para raízes, caule e folhas. Como as produções de MST das plantas controle e das cultivadas com omissão de S foram semelhante observase, com base nos padrões de distribuição acima descritos, que houve um aumento de MS das raízes e diminuição da MS da parte aérea de, aproximadamente, 11% durante o período de tratamento (30 dias) modificando, portanto, a relação R/PA (Tabela 2).

Tabela 2. Relação da massa seca das raízes/partes aérea (R/PA) em mudas de moringa após 30 dias do início dos tratamentos

	Tratamentos						
	SC	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
R/PA	0,57 d	1,66 a	1,11 b	0,60 d	0,67 d	0,93 b c	0,88 b c d

Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem estatisticamente (Tukey p > 0,05)

Com relação ao exposto, é importante destacar o fato de que, embora tenha havido omissão de K, Ca e S durante 30 dias, nutrientes estes reconhecidos como essenciais ao desenvolvimento e crescimento das culturas, as plantas de moringa foram hábeis em manterem taxas de acumulação de MS compatíveis com a do controle experimental (SC). Desta forma, numa tentativa de se estabelecer às bases fisiológicas destes resultados duas inerentes questões devem ser consideradas: a primeira diz respeito a uma certa preponderância das taxas de absorção relativamente às taxas de utilização destes nutrientes; neste caso, dependendo da extensão com que o primeiro prevaleça sobre o segundo, ter-se-ia acumulação de íons nutrientes para futura utilização em períodos de escassez. Isto, na literatura, tem sido indiscriminadamente qualificado de “consumo de luxo” (MALAVOLTA et al., 1974). A segunda diz respeito a uma considerável eficiência de utilização (unidade absorvida por unidade de fitomassa produzida) de íons nos processos metabólicos e, diferentemente da primeira suposição, o seu acúmulo não deve ser considerado isoladamente.

A omissão de N, P e Mg proporcionou redução significativa na MST das mudas de moringa corroborando com Barroso et al (2005). Em estudos com mudas de paricá só foi observado efeito significativo na redução da MST com a omissão de N e P tendo a omissão de Mg não proporcionado diferença significativa em relação ao

controle (MARQUES et al., 2004). Já em mudas de acácia houve redução na MST causada pela omissão de N e Mg não tendo tido efeito significativo à omissão de P (SARCINELLI et al., 2004).

Estudos sobre o efeito da omissão de nutrientes no desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas têm indicado que a omissão de N e, ou, Ca é a principal responsável pela redução do crescimento (BARROSO, et al., 2005). Essa redução foi observada em mudas de *Acácia mangium* (DIAS et al., 1994), de *Aspidosperma polyneuron* (MUNIZ & SILVA, 1995), de *Myracrodruon urundeuva* (MENDONÇA et al., 1999), de *Corymbia citriodora* (MAFFEIS et al., 2000) e de outras diversas espécies florestais que foram estudadas por Sorreano (2006).

Segundo Siqueira (1995), a demanda por nutrientes difere entre as espécies e varia com o estágio de crescimento da planta. Todavia, o N é requerido em grandes quantidades por diferentes plantas e a sua omissão leva a uma redução de crescimento, pois, entre as várias funções que exerce na planta, uma é de multiplicação e diferenciação celular, que interferem direta ou indiretamente no desenvolvimento da planta.

Nos três casos, houve, de forma geral, uma redução média na acumulação de MST de, aproximadamente, 10,85% em comparação com o tratamento completo (SC); esta tendência foi associada a

uma expressiva modificação no padrão de alocação/distribuição de MS entre as diferentes partes da planta (Tabela 2). Desta forma, com a omissão de N, P e Mg a relação raiz/parte aérea (R/PA) foi 1,66, 1,11 e 0,93, respectivamente, portanto, maiores que aquela observada no controle experimental (0,57), mostrando, portanto, um acentuado acúmulo de MS nas raízes e reduções na parte aérea (caule + folhas).

Deve ser considerado que no caso da omissão de N, P e Mg, os valores de MS da parte aérea (folhas + caule) apresentaram uma variação (Δ) negativa de 46,82, 33,46 e 27,47% e os valores de MS das raízes, positiva, de 53,89, 28,29 e 16,64%, respectivamente. Em termos absolutos estas variações corresponderam, respectivamente, a reduções na MS da parte aérea de 21,83, 15,60 e 12,81 g planta⁻¹ e a ganhos nas raízes de 14,38, 7,55 e 4,44 g planta⁻¹, relativamente ao controle; isto significa que de cada 1,0g de massa seca que deixou de ser acumulada na parte aérea apenas 0,66, 0,48 e 0,35g foram transferidas até às raízes em resposta à deficiência de N, P e Mg, respectivamente. Portanto, evidências existem no sentido que a suspensão no fornecimento de N, para as plantas de moringa, foi aquela que provocou maiores modificações, em termos relativos, no padrão de alocação de MS entre raízes e parte aérea (R/PA) seguida por P e Mg enquanto que, por exemplo, nenhuma alteração significativa foi constatada quando se considera a omissão de K, Ca e S, em relação ao observado no controle experimental (Tabela 2).

Além de fazer parte das clorofilas, o envolvimento direto de N com a síntese de proteínas deve ter sido, sem dúvida, preponderante nestes resultados, com especial destaque para a D-ribulose 1,5 difosfato (RuDP) que é uma enzima chave na redução de CO₂ e representa 50% das proteínas solúveis encontradas nas folhas (LEHNINGER et al., 1993). Com a restrição de N, o perfil hormonal da planta é rapidamente alterado particularmente com relação à citocinina, induzindo precocemente o processo de senescência foliar. Por ser um elemento constitutivo de todas as proteínas funcionais e estruturais, freqüentemente o processo de senescência por deficiência de N é muito intenso se comparado com outros elementos. Espera-se, portanto, que sob essas condições metabólicas (catabolismo predominando sobre síntese), uma parcela significativa dos conteúdos de amido, clorofilas, proteínas além de outros compostos orgânicos tenham sido rapidamente hidrolisados e transportados sob a forma de suas frações mais solúveis via floema para as regiões de crescimento, especialmente para as raízes das plantas jovens de moringa. É sugerido, portanto, que a redução da MS foliar, decorrente da omissão de N, tenha sido causada primariamente por uma forte redução na atividade fotossintética em associação e, principalmente, por aumentos no catabolismo celular.

O processo de senescência não se dá concomitantemente entre partes ou até mesmo entre órgãos da planta (RAVEN et al., 2001), pelo menos nos seus estágios iniciais. Efetivamente, não foram detectados

sinais visuais de senescência nas raízes a despeito de terem sido amplamente observados nas folhas principalmente com a omissão de N, e em menor intensidade com a omissão dos demais macronutrientes. A não identificação visual, contudo, se constitui apenas em indicativo. Neste caso, uma adequada avaliação das raízes somente seria possível a partir da determinação das atividades das enzimas relacionadas com o processo de senescência, com especial destaque para a atividade de proteases. Enfatiza-se que independente dos tratamentos a que as plantas de moringa foram submetidas, a raiz foi o único órgão, dentre os investigados, que não sofreu redução no ganho de MS se comparado ao controle. Na verdade, ou o ganho de MS foi mantido em taxas comparáveis ao controle, como no caso da omissão de Ca, Mg e S, ou foi maior, como nos casos relativos à N, P e K. Entretanto, em todos os casos, houve uma nítida redução na emissão de raízes secundárias. Em termos fisiológicos, a eficiência nutricional está associada a um melhor crescimento e geometria radicular, taxa de absorção específica mais rápida a baixas concentrações (menor K_m), eficiente redistribuição interna de nutrientes e melhor utilização ou um menor requerimento funcional do nutriente envolvido (GRAHAN, 1984).

CONCLUSÕES

A espécie estudada mostrou comportamento diferenciado na resposta à omissão dos elementos e ao tratamento completo.

A omissão de N, P e Mg da solução nutritiva, provocou diminuição na produção de MST e favoreceu o crescimento das raízes aumentando a relação R/PA.

A omissão de K, Ca e S da solução nutritiva não alterou a produção de MST e a relação R/PA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAYA, D.R.; KERR, W. E.; GODOI, H.T.; OLIVEIRA, A.L.; SILVA, F.R. Moringa: hortaliça arbórea rica em beta-caroteno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n.2, p. 126, 1992.

BARROSO, D.G.; FIGUEIREDO, F.A.M.M.A.; PEREIRA, R.C.; MENDONÇA, A.V.R.; SILVA, L.C. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, p.671-679, 2005.

CÁCERES, A.; FREIRE, V.; GIRON, L.M.; AVILÉS, O.; PACHECO, G. Moringa oleifera Lam. (Moringaceae): ethnobotanical studies in Guatemala. **Economic Botany**, Bronx, v.45, n.4, p. 522-523, 1991.

DIAS, L.E.; ALVAREZ, V.H.; BRIENZA Jr., S. Formação de mudas de Acácia mangium. I. Resposta à calcário e fósforo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO – SOCIEDADE BRASILEIRA DE

- SILVICULTURA E SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA FLORESTAL, 6, 1990. Campos de Jordão. **Anais...** Campos de Jordão. 1990. p.449-453.
- DIAS, L.E.; FARIA, S.M.; FRANCO, A.A. Crescimento de mudas de *Acacia mangium* Willd em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.18, n.2, p.123-131, 1994.
- FERREIRA, P.V. **Estatística Experimental Aplicada à Agronomia**. 3ª ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 419 p.
- GALLÃO, M.I.; LEANDRO, F.D.; BRITO, E.S. Avaliação química e estrutural da semente de Moringa. **Revista Ciências Agrárias**, Fortaleza, v.37, n.1, p.106-109, 2006.
- GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. 8º ed. São Paulo: Nobel, 1978. 430 p.
- GRAHAM, R.D. Breeding for nutritional characteristics in cereals. **Advance Plant Nutrition**, v.1, p.57-101, 1984.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plant without soil**. Berkley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 39p. (Bulletin 347).
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Principles of Biochemistry**. New York: Worth Publishers, 1993, 1013p.
- LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. de. Técnicas de levantamento e diagnose da fertilidade do solo. In: OLIVEIRA, A.J. de; GARRIDO, J.D. de; LOURENÇO, S. (coord.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. p.7-61. (EMBRAPA-SEA. Documentos, 3).
- MAFFEIS, A.R.; SILVEIRA, R.L.V.A.; BRITO, J.O. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.57, p.87-98, 2000.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira. 1974. 752 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MARQUES, T.C.L.L.S.M.; CARVALHO, J.G.; LACERDA, M.P.C.; MOTA, P.E.F. Crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutrientes e de sódio em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.184-195, 2004
- MENDONÇA, A.V.R.; NOGUEIRA, F.D.; VENTURIN, N.; SOUZA, J.S. Exigências nutricionais de Myracrodruon urundeuva Fr. *All* (Aroeira do Sertão). **Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.65-75, 1999.
- MONTEIRO, F.A.; RAMOS, A.K.B.; CARVALHO, D.D.; ABREU, J.B.R.; DAIUB, J.A.S.; SILVA, J.E.P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. Cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.135-141, 1995
- MUNIZ, A.S.; SILVA, M.A.G. Exigências nutricionais de mudas de *Peroba Rosa* (*Aspidosperma polyneurom*) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, p.263-271, 1995.
- NAMBIAR, E.K.S. Plantation forests: their scope and perspective on plantation nutrition. In: BOWEN, G. B.; NAMBIAR, E. K. S. (Ed.) **Nutrition of plantation forests**. London: Academic Press, 1989. p.1-15.
- RAVEN, H; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001. 906p.
- SARCINELLI, T.S.; RIBEIRO Jr., E.S.; DIAS, L.E.; LYNCH, L.S. Síntomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.173-181, 2004.
- SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; VALE, F.R.; FERREIRA, M.M. MOREIRA, F.M.S. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA, 1995. 28p.
- SORREANO, M.C.M. **Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas**. 2006. 296p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – ESALQ/CENA- Universidade de São Paulo, Piracicaba.