

## CRESCIMENTO DE PINHÃO-MANSO EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO USANDO A TÉCNICA DO NUTRIENTE FALTANTE

ENILSON DE BARROS SILVA<sup>1</sup>, LUÍS PAULO PATENTE TANURE<sup>2</sup>, PATRÍCIA TEIXEIRA DE SOUZA<sup>3</sup>,  
PAULO HENRIQUE GRAZZIOTTI<sup>3</sup> e ALEXANDRE CHRISTÓFARO SILVA<sup>3</sup>

**RESUMO:** O pinhão-manso é uma oleaginosa nativa, que vem se destacando no cenário nacional como uma cultura possível em áreas marginais para a produção de biodiesel. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento do pinhão-manso em Neossolo Quartzarênico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina, MG, no período de março a junho de 2008. As mudas foram cultivadas em vasos que continham um solo Neossolo Quartzarênico, submetido aos seguintes tratamentos: completo (adubado com N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn), testemunha (solo natural) e omissão de um nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B e -Zn), disposto em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Após 100 dias, foram avaliadas as seguintes características: altura de muda, diâmetro do caule e peso de massa seca da parte aérea e das raízes. O crescimento do pinhão-manso cultivado em Neossolo Quartzarênico diminui na seguinte ordem decrescente dos nutrientes na adubação: P, Mg, Zn, S, Ca, B, K e N.

Termos para indexação: *Jatropha curcas*, adubação, nutrição mineral.

### GROWTH OF THE PHYSIC NUT IN QUARTZARENIC NEOSSOL BY USING THE MISSING NUTRIENT TECHNIQUE

**ABSTRACT:** The physic nut is a native oleaginous plant that has been being distinguished nationally as a culture that can be planted in marginal areas for biodiesel production. The aim of this work was to evaluate growth of the physic nut in Quartzarenic Neosol. The experiment was conducted in a greenhouse at UFVJM, in city of Diamantina, state of Minas Gerais, Brazil, from March 2008 to June 2008. Seedlings were cultivated in pots with Quartzarenic Neosol, under the following treatments: complete treatment (fertilized with N, P, K, Ca, Mg, S, B and Zn), control treatment (natural soil), and treatment of absence of one of those nutrients at a time (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B and -Zn), prepared in a completely randomized design with five replicates. Plant height, stem diameter, and dry weight mass of shoot and roots were evaluated after 100 days. Growth of the physic nut cultivated in Quartzarenic Neosol decreases according to the following descending order of nutrients used in fertilization: P, Mg, Zn, S, Ca, B, K and N.

Index terms: *Jatropha curcas*, fertilization, mineral nutrition.

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Rua da Glória 187, Centro, CEP 39100-000, Diamantina, MG. E-mail: ebsilva@ufvjm.edu.br

<sup>2</sup>Consultor do Projeto de Combate à Pobreza Rural, Araçuaí, MG. tanurelp@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. patricia\_tsouza@hotmail.com; grazziotti@yahoo.com.br; alexandre.christo@ufvjm.edu.br

## INTRODUÇÃO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie nativa da América tropical (OPENSHAW, 2000), produtora de óleo e bem adaptada a diversas regiões do Brasil, cujo cultivo tem sido incentivado nos últimos anos como uma

alternativa ao fornecimento de matéria-prima para a fabricação de biodiesel. Além da capacidade de produzir óleo vegetal, o pinhão-mansó é tido como tolerante ao déficit hídrico para sobrevivência e pode apresentar a capacidade de recuperação de áreas degradadas graças ao fato de as suas raízes profundas crescerem em solos com baixa fertilidade natural (PURCINO; DRUMMOUND, 1986; TEIXEIRA, 2005). Embora seja uma espécie conhecida e cultivada no continente americano desde a época pré-colombiana e esteja disseminada em todas as regiões tropicais e até em algumas áreas temperadas, a espécie ainda se encontra em processo de domesticação, pois somente nos últimos 30 anos começou a ser mais pesquisada agronomicamente (SATURNINO et al., 2005).

A crise do petróleo, nos anos 1970, induziu o estudo com combustíveis. A extração de óleo da semente do pinhão-mansó tornou-se uma boa alternativa, porque trata de uma planta resistente a condições edafoclimáticas desfavoráveis, como áreas degradadas, e porque pode ser potencialmente utilizada em áreas marginais sem a competição com culturas para fins de alimentação (HELLER, 1996). Outro argumento para o seu cultivo para a produção de biodiesel é a preocupação com a redução, até 2012, da emissão de gases que ocasionam o efeito estufa, conforme Protocolo de Kyoto (FRANCIS et al., 2005).

O conhecimento de limitações químicas dos solos, como elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, e das exigências nutricionais e fisiológicas do pinhão-mansó é fundamental para a viabilidade econômica e ambiental da inclusão dessa planta no sistema de produção agrícola para fins de produção de biodiesel.

O uso da técnica do nutriente faltante por subtração é uma alternativa adequada à iniciação do estudo da resposta das culturas aos nutrientes, e essa técnica pode ser conduzida

em condições de casa de vegetação com diferentes substratos e formas de reposição dos nutrientes (MALAVOLTA, 1980). Com essa técnica de diagnose, é possível determinar quais nutrientes são limitantes para o crescimento das plantas em vários tipos de solos (VIÉGAS et al., 2004).

A cobertura pedológica da Serra Espinhaço Meridional no Alto Vale do Jequitinhonha, em cerca de 70%, é formada por Neossolo Litólico, associado a afloramentos de rochas. O restante é formado por solos Neossolo Quartzarênico em maior proporção e outras classes com Latossolos, Argilossolos, Nitossolos, Cambissolos e Organossolos de menor expressão (SILVA, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento do pinhão-mansó em Neossolo Quartzarênico pela técnica do nutriente faltante.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina, MG, e foi realizado no período de março a junho de 2008. Um Neossolo Quartzarênico Órtico típico (EMBRAPA SOLOS, 2006) foi coletado na camada superficial (de 0 a 20 cm), no município de Diamantina (18°15' de latitude sul e 43°36' de longitude oeste e altitude de 1.400 m). Os atributos químicos e físicos foram determinados segundo metodologia descrita por Silva (2009) e Embrapa Solos (1997) e são apresentados na Tabela 1.

A unidade experimental foi constituída de um vaso, forrado internamente com saco de plástico para evitar a perda de água e de nutrientes pela drenagem, o qual continha 3,0 dm<sup>3</sup> de solo seco ao ar e uma planta. Os vasos foram submetidos a rodízio periódico para evitar o efeito de localização na casa de vegetação. Os

**TABELA 1.** Resultados de análise química e granulométrica do solo da testemunha e do tratamento completo 30 dias após a aplicação dos nutrientes. Diamantina, MG, 2009.

Características	Testemunha	Completo
pH em H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,5	5,5
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(1)</sup>	2,0	139,0
K (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(1)</sup>	26	97
Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	0,2	2,4
Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	0,2	0,8
Al (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>	0,4	0,4
S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup>	5,6	25,0
B (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(4)</sup>	0,1	0,3
Zn (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(1)</sup>	0,5	4,5
m (%) <sup>(5)</sup>	46	10
V (%) <sup>(6)</sup>	18	56
M.O (g dm <sup>-3</sup> ) <sup>(7)</sup>	5,0	5,0
Areia (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>(8)</sup>	890	890
Silte (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>(8)</sup>	50	50
Argila (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>(8)</sup>	60	60

<sup>(1)</sup> Extrator Mehlich-1. <sup>(2)</sup> Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>. <sup>(3)</sup> Extrator Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. <sup>(4)</sup> Extrator água quente. <sup>(5)</sup> Saturação de alumínio. <sup>(6)</sup> Saturação por bases. <sup>(7)</sup> Teor de matéria orgânica determinado por meio da multiplicação do resultado do carbono orgânico, pelo método colorimétrico, por 1,724. <sup>(8)</sup> Método da pipeta.

tratamentos foram baseados na técnica do elemento faltante, em número de dez, dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições: completo (adubo com N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn), testemunha (solo natural) e omissão de um nutriente por vez (-N; -P; -K; -Ca; -Mg; -S; -B e -Zn). Os nutrientes foram aplicados na forma de reagentes puros para análise e misturados totalmente ao volume de solo correspondente a cada tratamento. As doses aplicadas no tratamento completo foram baseadas em Malavolta (1980) e consistiram de: 25 mg N (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>); 200 mg P (CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> e H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>); 25 mg K (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>); 80 mg Ca (CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O); 20 mg Mg (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O); 30 mg S (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O e FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O-EDTA); 1 mg B (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>); 1,5 mg Cu (CuCl<sub>2</sub>); 5,0 mg Fe (FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O-EDTA); 4,0 mg Mn (MnCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O);

e 4 mg Zn (ZnCl<sub>2</sub>) por dm<sup>3</sup> de solo. Foram feitas duas adubações de cobertura com 25 mg K (KNO<sub>3</sub>) cada uma, e cinco coberturas com 25 mg N (KNO<sub>3</sub> e NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) cada uma, por dm<sup>3</sup> de solo. As adubações de cobertura iniciaram-se depois de 15 dias do transplante das mudas para os vasos, e foram repetidas a cada 15 dias. Os vasos foram submetidos a rodízio periódico para evitar o efeito de localização na casa de vegetação.

As sementes de pinhão-mansó foram coletadas na área experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais, Unidade Regional do Norte de Minas, em Nova Porteirinha, MG. As sementes foram desinfetadas por meio de imersão em solução de hipoclorito de sódio a 10%, por cinco minutos. Posteriormente, foram semeadas em bandejas

de isopor com 72 células cada uma, com areia lavada, nas quais permaneceram até o início da fase experimental. O transplante definitivo das mudas para o vaso ocorreu quando as mudas possuíam uma parte de folhas definitivas.

Diariamente foi feita a pesagem dos vasos e, quando necessário, foram feitas irrigações com água destilada, para manter a umidade do solo próxima de 60% do volume total dos poros (VTP) (FREIRE et al., 1980).

No final do experimento, aos 100 dias de cultivo, avaliou-se: a altura das mudas, com a utilização de uma régua graduada, desde o colo da planta até a inserção da última folha; o diâmetro do caule, por meio de um paquímetro, na altura do colo das mudas; e o peso de massa seca da parte aérea e de raízes das mudas. Os teores de nutrientes foram determinados na parte aérea das mudas do pinhão-mansão segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% (BHERING et al., 2008) com o auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A característica de crescimento da planta do pinhão-mansão, por meio de análise não destrutiva, apresentou a seguinte ordem decrescente, em relação à omissão do nutriente: a) para a altura das mudas, tratamento completo > N ≈ Ca ≈ S ≈ B > Zn ≈ K ≈ testemunha (solo natural) ≈ P ≈ Mg; e b) para o diâmetro do caule na altura do colo, N > tratamento completo > S ≈ Ca ≈ B ≈ Zn > testemunha (solo natural) ≈ K ≈ Mg ≈ P (Tabela 2). Dessa forma, verifica-se que todos os nutrientes foram limitantes ao crescimento em altura e diâmetro das mudas de pinhão-mansão, com exceção do macronutriente N (Tabela 2). Entre as omissões, o P e o Mg foram os que mais limitaram o

crescimento em altura e o diâmetro das mudas de pinhão-mansão (Tabela 2).

A massa da parte aérea das mudas de pinhão-mansão seguiu a seguinte ordem decrescente, em relação à omissão do nutriente: N > tratamento completo > S ≈ B > Ca ≈ K ≈ Zn > testemunha (solo natural) > Mg ≈ P (Tabela 2). A produção de massa radicular obedeceu à seguinte ordem decrescente, em relação à omissão do nutriente: N > tratamento completo > K ≈ B > Ca > testemunha (solo natural) ≈ S ≈ Mg > P. A produção de massa total das mudas de pinhão-mansão obedeceu à seguinte ordem decrescente, em relação à omissão do nutriente: N > tratamento completo > B ≈ S > K ≈ Ca > Zn > testemunha (solo natural) > Mg ≈ P (Tabela 2). Considerando-se que o pinhão-mansão apresenta alta taxa de crescimento durante a fase vegetativa juvenil (SANTOS et al., 2007), é justificado o fato de a ausência de P e Mg na adubação ser aquela que mais drasticamente reduziu a massa da parte aérea e radicular. A reduzida disponibilidade de P no solo (Tabela 1) pode ser responsável pelo inadequado crescimento das plantas, sendo um importante fator nutricional que restringe o crescimento vegetal em solos tropicais (SKREBSKY et al., 2008). A omissão de fornecimento de Mg resultou em decréscimo no crescimento (Tabela 2), sendo necessário o fornecimento na forma de corretivos e/ou fertilizantes que contenham esse macronutriente para o pinhão-mansão.

A omissão de N proporcionou um crescimento superior nas mudas de pinhão-mansão: no diâmetro do caule (quando o caule esteve envolvido na avaliação), na massa seca da parte aérea, nas raízes e no total (Tabela 2), com aumento de 25%, 8%, 61% e 14% em relação ao tratamento completo; a altura de mudas, porém, teve uma redução de 17%. Essa espécie tende a responder ao período de chuva com crescimento e reprodução, a qual é influenciada pelo estado nutricional da planta

**TABELA 2.** Altura de mudas, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e do total (MSTO) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes tratamentos. Diamantina, MG, 2009.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	MSPA (g)	MSR (g)	MSTO (g)
Completo	37,25 a	1,40 b	8,20 b	1,20 b	9,39 b
Testemunha	12,67 c	0,87 d	1,66 e	0,65 e	2,31 f
Omissão N	30,50 b	1,75 a	8,82 a	1,93 a	10,75 a
Omissão P	12,33 c	0,67 d	1,00 f	0,25 g	1,25 g
Omissão K	13,50 c	0,75 d	4,08 d	1,06 c	5,14 d
Omissão Ca	30,00 b	1,10 c	4,28 d	0,78 d	5,06 d
Omissão Mg	10,50 c	0,70 d	1,26 f	0,38 f	1,64 g
Omissão S	28,83 b	1,17 c	4,87 c	0,61 e	5,48 c
Omissão B	28,50 b	1,10 c	4,74 c	0,97 c	5,70 c
Omissão Zn	25,00 c	1,00 c	3,81 d	0,58 e	4,39 e
<b>Média</b>	<b>22,75</b>	<b>1,05</b>	<b>4,27</b>	<b>0,84</b>	<b>5,11</b>
CV(%)	6,26	8,78	5,65	6,58	5,29

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott & Knott ( $P < 0,05$ ).

(GUIMARÃES, 2008). O engrossamento do caule na altura do colo das mudas de pinhão-manso pode ser uma resposta dessa espécie ao menor fornecimento de N na fase de crescimento, em uma condição de umidade adequada do solo do presente trabalho, devido ao desbalanço nutricional da planta. A matéria orgânica do solo em estudo (Tabela 1) é considerada baixa, com valor entre  $0,7 \text{ g dm}^{-3}$  e  $2,0 \text{ g dm}^{-3}$ , segundo interpretação proposta por Alvarez et al. (1999). De maneira geral, o N é limitante ao crescimento da maioria das plantas em razão de esse nutriente ser o mais requerido pelas plantas (MARSCHNER, 2002) e também em razão da insuficiente taxa de reposição do N mineral da solução via mineralização da matéria orgânica do solo. Segundo Lavres Júnior et al. (2005), a mamona cultivar Íris, espécie da mesma família do pinhão-manso, apresentou redução do crescimento quando o N foi omitido, ao contrário de Nakagawa et al. (1994), que, também pesquisando com a mamona, constataram que não houve redução do desenvolvimento quando o N foi subtraído.

Nos tratamentos com omissão de B e de Zn, verificou-se redução no crescimento das mudas de pinhão-manso em relação ao tratamento completo, o que indica uma elevada exigência desses micronutrientes, sendo menos limitante para B (Tabela 2). Quanto aos micronutrientes no solo, B e Zn, verifica-se que seus teores são considerados baixos (Tabela 1), segundo interpretação de Alvarez et al. (1999), para a fase de crescimento. Portanto, esses dados sugerem que as disponibilidades desses elementos são limitantes ao crescimento inicial das plantas de pinhão-manso cultivadas em Neossolo Quartzarênico. De acordo com Brown et al. (2002), a maioria das espécies de plantas possui maior requerimento de B para a fase de crescimento reprodutivo do que para a fase de crescimento vegetativo, o qual atua na formação dos tubos polínicos e na estrutura da parede celular. Parte dos sintomas de deficiência do Zn está ligada a distúrbios no metabolismo das auxinas, principalmente a produção do ácido indolilacético (AIA), o qual é responsável pelo crescimento das plantas. Segundo Malta et al.

(2002), algumas plantas submetidas à omissão do Zn sofreram a redução da concentração do ácido indolilacético (AIA), o que refletiu sobre o desenvolvimento delas, assim como tiveram um aumento na concentração do triptofano, o que levaria a um possível distúrbio causado no sistema catalítico na "conversão" do triptofano para AIA nas plantas deficientes.

As omissões de nutrientes proporcionaram menor crescimento das mudas de pinhão-mansó (Tabela 2), e as concentrações dos nutrientes na parte aérea do pinhão-mansó nos tratamentos testemunha (solo natural) e a sua omissão foram menores quando comparadas com as do tratamento completo (Tabela 3). A maior produção de massa seca e concentração dos

nutrientes estudados na parte aérea no tratamento completo demonstraram que o pinhão-mansó é uma espécie bastante responsiva. Espécies de crescimento rápido apresentam elevada resposta ao fornecimento de nutrientes, sendo menos adaptadas a solos de baixa fertilidade (MARSCHNER, 1991).

Quanto às quantidades acumuladas dos macronutrientes e dos micronutrientes B e Zn nos tratamentos com adubação completa, com testemunha (solo natural) e com omissão do nutriente, verifica-se maior acúmulo de nutrientes no tratamento completo (Tabela 3). A acumulação de nutrientes obedeceu à seguinte ordem decrescente: N > Ca > Mg > S > K > P > B > Zn no tratamento completo,

**TABELA 3.** Concentração e quantidade acumulada de macronutrientes e de B e Zn na matéria seca da parte aérea de mudas de pinhão-mansó na adubação completa, sem adubação (testemunha) e omissão do nutriente. Diamantina, MG, 2009.

Nutriente	Tratamentos			Média	CV (%)
	Adubação completa	Testemunha	Omissão do nutriente		
..... Concentração de nutriente .....					
..... g kg <sup>-1</sup> .....					
N	27,4 a	24,8 a	15,0 b	22,4	6,54
P	1,6 a	0,9 b	1,1 b	1,2	13,17
K	3,4 a	1,7 b	1,5 b	2,2	14,78
Ca	20,6 a	11,9 b	11,0 b	14,5	7,98
Mg	8,9 a	2,8 b	2,4 b	4,7	5,77
S	4,2 a	0,7 b	1,1 b	2,0	3,47
..... mg kg <sup>-1</sup> .....					
B	61,4 a	21,5 b	25,4 b	36,1	13,73
Zn	37,3 a	8,0 b	10,2 b	18,5	5,60
..... Quantidade acumulada de nutriente .....					
..... mg planta <sup>-1</sup> .....					
N	22,47 a	4,12 c	13,32 b	13,30	7,73
P	1,31 a	0,15 b	0,11 b	0,52	11,80
K	2,79 a	0,28 c	0,61 b	1,23	15,64
Ca	16,89 a	1,98 c	4,75 b	7,87	19,79
Mg	7,30 a	0,46 b	0,30 b	2,69	19,68
S	3,44 a	0,12 c	0,54 b	1,37	5,00
..... g planta <sup>-1</sup> .....					
B	503,48 a	35,74 c	119,78 b	219,67	15,00
Zn	306,11 a	13,28 c	38,10 b	119,16	15,73

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Scott & Knott (P < 0,05).

o que reflete as exigências do pinhão-mansó nas condições de crescimento em Neossolo Quartzarênico.

Considerou-se o tratamento completo com crescimento relativo (CR) igual a 100 (Figura 1). Verifica-se que a maior alteração no crescimento relativo da parte aérea foi promovida pela omissão dos nutrientes P, Mg, Zn, K, Ca, B, S e N. De modo geral, a omissão de nutrientes da adubação afetou em menor proporção o crescimento em massa do sistema radicular do que o da parte aérea (Figura 1). Os tratamentos com omissão de P, Mg, Zn, S, Ca, B, K e N apresentaram alteração no CR da raiz em relação ao tratamento com adubação completa. Em plantas de angico-amarelo (*Peltophorium dubium* (Spreng.) Taub.), as omissões de nutrientes da adubação que mais afetaram a produção de massa seca da parte aérea foram de P, N, S e Ca (VENTURIN et al., 1999). Viégas et al. (2004), estudando a omissão de macronutrientes em camucamuzeiro (*Myrciaria dubia* H. B. K. Mc Waugh) pela técnica do nutriente faltante em solução nutritiva, observaram que o crescimento relativo de toda a planta não foi afetado pela omissão

de P, foi menos afetado pela omissão de Ca, com redução de 55% da massa seca, e foi mais afetado pela omissão de N, com redução de 84% da matéria seca.

A sequência de limitação nutricional apresentada pelo pinhão-mansó cultivado em Neossolo Quartzarênico, em relação ao tratamento completo, considerando o crescimento da parte aérea (Figura 1), é a seguinte, em ordem decrescente: P, Mg, Zn, S, Ca, B, K e N.

## CONCLUSÃO

O crescimento do pinhão-mansó cultivado em Neossolo Quartzarênico diminuiu na adubação, na seguinte ordem decrescente dos nutrientes: P, Mg, Zn, S, Ca, B, K e N.

Agradecimentos: À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo auxílio financeiro, e à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pela infraestrutura necessária ao experimento.

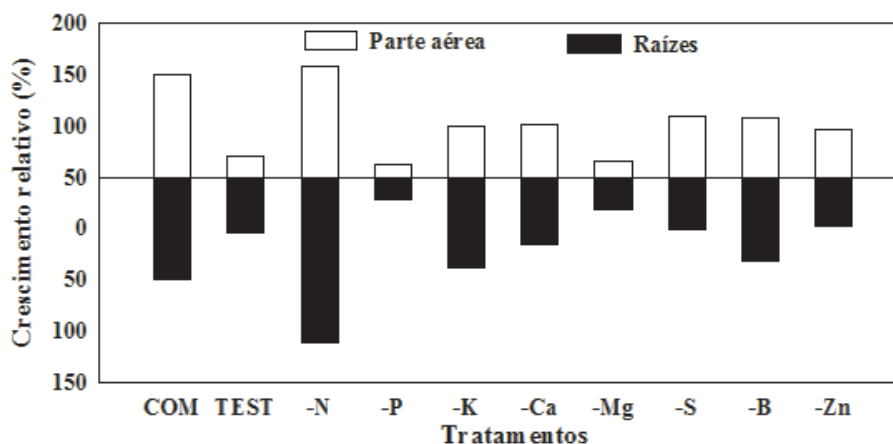


FIG. 1. Crescimento relativo em massa seca da parte aérea e de raízes de mudas de pinhão-mansó submetidas a diferentes tratamentos de adubação, como segue: COM (adubação completa); TEST (sem adubação); -N (omissão de N); -P (omissão de P); -K (omissão de K); -Ca (omissão de Ca); -Mg (omissão de Mg); -S (omissão de S); -B (omissão de B); e -Zn (omissão de Zn). Diamantina, MG, 2009.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V. V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 25-32.
- BHERING, L. L.; CRUZ, C. D.; VASCONCELOS, E. S.; FERREIRA, A.; RESENDE JÚNIOR, M. F. R. Alternative methodology for Scott-Knott test. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 8, p. 9-16, 2008.
- BROWN, P. H.; BELLAOUI, N.; WIMMER, M. A.; BASSIL, E. S.; RUIZ, J.; HU, H.; PFEFFER, H.; DANDEL, F.; RÖMHELD, V. Boron in plant biology. **Plant Biology**, v. 4, p. 203-223, 2002.
- EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- EMBRAPA SOLOS. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FRANCIS, G.; EDINGER, R.; BECKER, K. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: Need, potential and perspectives of *Jatropha* plantations. **Natural Resources Forum**, v. 29, p.12-24, 2005.
- FREIRE, J. C.; RIBEIRO, M. A. V.; BAHIA, G. V.; LOPES, A. S.; AQUINO, L. H. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solo da região de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 4, n. 1, p. 5-8, 1980.
- GUIMARÃES, A. S. **Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e quantidades de fertilizantes**. Areia: UFPB, 2008. 91 p.
- HELLER, J. **Physic nut. *Jatropha curcas* L. promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. 1. Institute of Plant Genetic Resources and Crop Plant Research: Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute: Rome, 1996. 66 p.
- LAVRES JÚNIOR, J.; BOARETTO, R. M.; SILVA, M. L. de S.; CORREIA, D.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 145-151, 2005.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MALTA, M. R.; FURTINI NETO, A. E.; ALVES, J. D.; GUIMARÃES, P. T. G. Efeito da aplicação de zinco via foliar na síntese de triptofano, aminoácidos e proteínas solúveis em mudas de caféiro. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 14, n.1, p. 31-37, 2002.
- MARSCHNER, H. Mechanisms of adaptation of plants to acid soils. **Plant and Soil**, v. 134, n.1, p. 1-20, 1991.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 2002. 889 p.



- NAKAGAWA, J.; NAKAGAWA, J.; FERNANDES, D. M. **Importância da adubação na qualidade do amendoim e da mamona**. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. (Ed.). *Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas*. São Paulo: Ícone, 1994. p. 289-318.
- OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass and Bioenergy**, v. 19, p. 1-15, 2000.
- PURCINO, A. A. C.; DRUMMOND, O. A. **Pinhão-manso**. Belo Horizonte: Epamig, 1986. 7 p.
- SANTOS, S.; FERRIRA JUNIOR, E. J.; PIRES, B.; NETTO, A. P. C. Efeito de diferentes adubações no desenvolvimento inicial de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007. p. 547-554.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Produção de oleaginosas para biodiesel. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 229, p. 86-96, 2005.
- SILVA, A. C. Solos. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: Lutador, 2005. p. 61-77.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- SKREBSKY, E. C.; NICOLOSO, F. T.; MALDANER, J.; RAUBER, R.; CASTRO, G. Y.; JUCOSKI, G. O.; SANTOS, D. R. Caracterização das exigências nutricionais de mudas de *Pfaffia glomerata* em Argissolo Vermelho distrófico arênico pela técnica do nutriente faltante. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 989-996, 2008.
- TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 229, p. 18-27, 2005.
- VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F. R.; DAVIDE, A. C. Adubação mineral do Angico-amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 441-448, 1999.
- VIÉGAS, I. J. M.; THOMAZ, M. A. A.; SILVA, J. F.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; NAIFF, A. P. M. Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 315-319, 2004.