

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI - UFVJM**

LUÍS PAULO PATENTE TANURE

**AVALIAÇÃO DAS LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS EM MUDAS DE
PINHÃO MANSO CULTIVADAS EM CASA DE VEGETAÇÃO**

**DIAMANTINA - MG
2009**

LUÍS PAULO PATENTE TANURE

**AVALIAÇÃO DAS LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS EM MUDAS DE
PINHÃO MANSO CULTIVADAS EM CASA DE VEGETAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:
Prof. Dr. Enilson de Barros Silva

**DIAMANTINA - MG
2009**

Ficha Catalográfica
Preparada pelo Serviço de Biblioteca/UFVJM
Bibliotecária: Ieda Maria Silva – CRB-6ª nº 1251

T174a
2009

Tanure, Luís Paulo Patente
Avaliação das limitações nutricionais em mudas de pinhão manso cultivadas em casa de vegetação./Luís Paulo Patente Tanure. - Diamantina: UFVJM, 2009.

76 p.

Dissertação (Mestrado/Produção Vegetal)-Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/Faculdade de Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. Enilson de Barros Silva

1. Fertilidade do solo. 2. Nutrição. 3. Nutrientes. I. Título.

CDD: 631.4

LUÍS PAULO PATENTE TANURE

**AVALIAÇÃO DAS LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS EM MUDAS DE
PINHÃO MANSO CULTIVADAS EM CASA DE VEGETAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 17 de julho de 2009

Prof^ª. Dra. Fernanda Carla Wasner Vasconcelos - UNA

Pesquisador Dr. José Tadeu Alves da Silva - EPAMIG

Prof. Dr. Enilson de Barros Silva - UFVJM

DIAMANTINA - MG
2009

OFEREÇO

A Deus, por estar sempre ao meu lado e por não deixar que eu fraquejasse nos momentos difíceis. Aos meus pais, Nagib Eustáquio Tanure e Maria Dolores Patente Tanure, pelo amor e compreensão, sempre me guiando pelo caminho correto.

DEDICO

À minha querida irmã Ludmila, pelo amor, companheirismo e por sempre acreditar em mim. Ao meu cunhado Igor, pelos incentivos e amizade.

Ao meu avô Nagib Zaiter, homem que trabalhou com a terra, exemplo na minha vida.

Ao Dr. Enilson de Barros Silva, mais que Orientador, um grande amigo, pessoa em quem se espelhar.

À minha namorada Bruna, pelos momentos de felicidade e descontração.

A José Élcio e familiares, pelo apoio constante na minha vida.

“Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo. Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta”.

Chico Xavier.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, pela oportunidade de realização do curso e pela contribuição à minha formação acadêmica.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo patrocínio do Projeto de Pesquisa e à Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão de Bolsa de Estudo.

À professora Dra. Fernanda Carla Wasner Vasconcelos (UNA), pela amizade e sugestões na confecção desta dissertação.

Ao professor Alexandre Christófaros Silva, pelo apoio e amizade durante a minha formação.

Ao pesquisador Dr. José Tadeu Alves da Silva (EPAMIG/CTNM), pelas sugestões e por ter prontamente atendido ao convite para participação na banca de defesa da Dissertação.

À pesquisadora Heloisa Mattana Saturnino (EPAMIG/CTNM), pessoa de grande inteligência e simpatia, que me apresentou a cultura que gerou essa dissertação, dividindo comigo um pouco do seu vasto conhecimento.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG/CTNM, pela confecção das análises químicas na absorção atômica.

Aos laboratoristas Rafael Baracho e Hugo César, pela amizade e auxílio nas análises químicas realizadas durante a condução deste trabalho e aos Colegas do Laboratório de Fertilidade do Solo da UFVJM.

À Flávia e Dona Margarida, que sempre estiveram comigo, abrindo mão dos domingos para que um dia eu pudesse estar aqui.

A todos os meus familiares, pelo incentivo.

A todos os amigos de “república”, que estão ou estiveram presentes na minha vida durante as suas caminhadas (Daniel, Ângelo, Anderson, Marcelo, Rafael, Tiago, Elias, Túlio, Kaleb, Luiz Felipe, Leandro, Sabraj, Diego).

Às secretárias da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, pela ajuda nos momentos de dúvidas.

Aos colegas do curso, pelo constante apoio e consideração.

RESUMO

TANURE, Luís Paulo Patente. **Avaliação das limitações nutricionais em mudas de pinhão manso cultivadas em casa de vegetação**. 2009. 63p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2009.

O pinhão manso tem se apresentado como uma oleaginosa nativa com características importantes para extração de óleo, visando à produção de biodiesel, em áreas com baixas precipitações pluviométricas e baixos teores de nutrientes no solo. No entanto, pouca importância foi dada à sua cultura, a qual apenas nos últimos anos vem sendo estudada, o que deixou um grande leque de informações em aberto, como as suas limitações nutricionais e distribuição dos nutrientes, por exemplo. Os objetivos destes trabalhos foram (a) avaliar as limitações nutricionais no crescimento de mudas de pinhão manso em Neossolo Quartzarênico Órtico típico e (b) avaliar as exigências nutricionais de mudas de pinhão manso sob omissão, acúmulo e distribuição de nutrientes nas diferentes partes da planta. Os experimentos foram conduzidos em condições de casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (Diamantina-MG). O primeiro experimento foi realizado com mudas de pinhão manso cultivadas em vasos contendo Neossolo Quartzarênico, 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), disposto em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Após 100 dias, foram avaliadas as seguintes características: altura das mudas, diâmetro do caule, peso de massa seca da parte aérea e das raízes e teor de macro e micronutrientes na massa seca da parte aérea. O segundo foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições e nove tratamentos. Os tratamentos consistiram de solução nutritiva completa e com omissão de N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn, pelo uso da técnica do elemento faltante. Após 100 dias, foram avaliadas as seguintes características: peso de massa seca do limbo foliar, do pecíolo, da folha completa (limbo foliar + pecíolo), do caule, da parte aérea e de raízes e teor de nutrientes na massa seca de cada parte das mudas de pinhão manso. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir: (1) todos os nutrientes foram limitantes para o crescimento das mudas de pinhão manso no Neossolo Quartzarênico, exceto o N, sendo que a sequência de limitação nutricional foi P, Mg, Zn, Ca, K, S, B e N; (2) o pinhão manso foi altamente exigente em todos os nutrientes na fase de crescimento e (3) o acúmulo total de macronutrientes e micronutrientes se deu na seguinte forma na ordem decrescente: N>K>Ca>P>Mg>S e Fe>Cu>Mn>B>Zn, respectivamente, com maior acúmulo na folha completa, ocorrendo uma inversão de maior acúmulo entre N e K para macronutrientes e Fe e Cu para micronutrientes no caule das mudas de pinhão manso.

Palavras-chave: fertilidade do solo, nutrição, nutrientes.

ABSTRACT

TANURE, Luís Paulo Patente. **Assessment of nutritional limitations in physic nut seedlings grown in greenhouse.** 2009. 63p. Dissertation (Masters in Vegetable Production) – Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys (UFVJM), Diamantina, 2009.

The physic nut has been shown as a native oleaginous with important characteristics for oil extraction to the production of biodiesel in areas with low rainfall and low nutrient content in soil. However, little attention was given to its culture, which only in recent years has been studied, leaving a wide range of information in open, as their nutritional limitations and distribution of nutrients. The objectives of this work were (a) assess the nutritional limitations on physic nut seedling growth in tipic Ortio Quartzarenic Neossol and (b) assess the nutritional requirements of physic nut seedlings under omission, accumulation and distribution of nutrients in different parts of the plant. The experiments were carried out in greenhouse at the Agronomy Department of UFVJM (Diamantina-MG). The first experiment used the physic nut seedlings, which was cultivated in pots with Quartzarenic Neossol 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, prepared in a completely randomized design with five repetitions. Plant height, stem diameter, dry weight mass of shoot and roots and content of macro and micronutrients in dry matter shoots were evaluated after 100 days. The second was the experimental design completely randomized, with four replications and nine treatments. The treatments consisted of a complete nutritive solution and with omission of N, P, K, Ca, Mg, S, B and Zn, using the missing element technique. Dry matter of the leaf blade, of the petiole, of the complete leaf (leaf blade + petiole), of the stem, of the shoot and of the roots and the nutrient content in dry matter of each parts of the physic nut seedlings were evaluated after 100 days. By the results, can be concluded: (1) all nutrients were limiting for the physic nut seedlings growth in Quartzarenic Neossol, except for the N, and the nutritional limitation was P, Mg, Zn, Ca, K, S, B and N; (2) the physic nut was highly demanding for all nutrients in the growth phase and (3) the total accumulation of macronutrients and micronutrients in descending order: N>K>Ca>P>Mg>S and Fe>Cu>Mn>B>Zn, respectively, with bigger accumulation in the complete leaf, occurring an inversion of bigger accumulation between N and K for macronutrientes and Fe and Cu for micronutrients in the stem of the physic nut seedlings.

Key words: soil fertility, nutrition, nutrients.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO I.		Pág.
Tabela 1	Análise química e física do solo da testemunha e do tratamento completo após 30 dias da aplicação dos nutrientes.....	23
Tabela 2	Altura de mudas, diâmetro do caule, matéria seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MSTO) de mudas de pinhão manso submetido a diferentes tratamentos.....	24
Tabela 3	Teor de macronutrientes (dag kg^{-1}) e de micronutrientes (mg kg^{-1}) na massa seca da parte aérea de mudas de pinhão manso submetidas a diferentes tratamentos.....	25
ARTIGO CIENTÍFICO II.		
Tabela 1	Produção de massa seca (g) das partes (limbo, pecíolo, folha completa, caule), parte aérea, raízes e total de mudas de pinhão manso em função dos tratamentos.....	47
Tabela 2	Acúmulo de macronutrientes (mg vaso^{-1}) em várias partes da parte aérea de mudas de pinhão manso em função dos tratamentos.....	48
Tabela 3	Acúmulo de macronutrientes (mg vaso^{-1}) na parte aérea, raízes e total de mudas de pinhão manso em função dos tratamentos.....	49
Tabela 4	Acúmulo de micronutrientes ($\mu\text{g vaso}^{-1}$) em várias partes da parte aérea de mudas de pinhão manso em função dos tratamentos.....	50
Tabela 5	Acúmulo de micronutrientes ($\mu\text{g vaso}^{-1}$) na parte aérea, raízes e total de mudas de pinhão manso em função dos tratamentos.....	51
Tabela 6	Acúmulo (Ac.) de macro (mg vaso^{-1}) e micronutrientes ($\mu\text{g vaso}^{-1}$) e a sua porcentagem (%) em várias partes de mudas de pinhão manso no tratamento completo.....	52

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	iii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
ARTIGO CIENTÍFICO I. Limitações nutricionais para crescimento de mudas de pinhão manso em Neossolo Quartzarênico	5
1 Resumo.....	5
2 Abstract.....	6
3 Introdução.....	6
4 Material e métodos.....	9
5 Resultados e discussão.....	11
6 Conclusão.....	17
7 Agradecimentos.....	17
8 Referências.....	18
ARTIGO CIENTÍFICO II. Produção de matéria seca, acúmulo e distribuição de nutrientes em mudas de pinhão manso cultivadas em solução nutritiva.....	26
1 Resumo.....	26
2 Abstract.....	27
3 Introdução.....	27
4 Material e métodos.....	29
5 Resultados e discussão.....	31
6 Conclusões.....	42
7 Agradecimentos.....	43
8 Referências.....	43
CONCLUSÃO GERAL.....	53
APÊNDICE.....	54

INTRODUÇÃO GERAL

Depois de provocar uma verdadeira revolução energética com o programa nacional do pró-álcool, o Brasil apresenta novamente um projeto com capacidade de repetir tal sucesso e complementar o projeto de biocombustível, o Programa Nacional do Biodiesel. O biodiesel partilha qualidades com o álcool, a começar por ser renovável e pelos méritos ambientais. Esses combustíveis se mostram como fontes alternativas ao petróleo, sendo capazes de reduzir a emissão de poluentes.

O biodiesel é um combustível de queima limpa, derivado de fontes naturais e renováveis como os vegetais, sendo uma alternativa viável, capaz de reduzir a emissão de poluentes, como dióxido de carbono, gás responsável pelo efeito estufa, que está alterando o clima mundial.

O Brasil, por possuir dimensões continentais e uma diversidade edafoclimática, apresenta diversas espécies de oleaginosas capazes de serem cultivadas para obtenção de óleo como matéria-prima para produção do biodiesel. Entre essas oleaginosas se destacam a mamona (*Ricinus communis L.*), soja (*Glycine max L.*), girassol (*Helianthus annuus L.*), dendê (*Elaeis guineensis L.*), macaúba (*Acrocomia aculeata (Lacq.) Lood. ex Mart.*), amendoim (*Arachis hypogaea L.*), pinhão manso (*Jatropha curcas L.*), entre outras.

Acredita-se que o pinhão manso seja originário da América Central, podendo ser encontrado em todas as áreas tropicais e em algumas regiões temperadas (HELLER, 1996; BELTRÃO, 2005). O pinhão manso foi provavelmente distribuído por embarcações portuguesas provenientes das ilhas de Cabo Verde durante o tráfico negreiro e de outros países, como a África e a Índia, sendo sua introdução nas ilhas de Cabo Verde atribuída ao interesse dos portugueses em aproveitar as terras inaptas daquele Arquipélago, cujos solos são de baixa fertilidade (BRASIL, 1985).

O pinhão manso é uma oleaginosa pertencente à família *Euphorbiácea* a qual, segundo Purcino e Drummond (1986), atinge de 3,0 a 5,0 m, podendo alcançar 8,0 m e diâmetro de tronco de 20 cm. O tronco possui tendência a se ramificar desde a base. Os frutos são do tipo trilocular, possuindo geralmente três sementes por fruto, sendo uma semente por lóculo. As sementes apresentam teor de óleo variável entre 30 a 38%, podendo ser influenciado pela deficiência nutricional e pelo déficit hídrico (SATURNINO et al., 2005).

A crise do petróleo, nos anos 70, reforçou os estudos com combustíveis alternativos aos derivados do petróleo. A extração de óleo da semente do pinhão manso tornou-se uma boa alternativa, por se tratar de uma planta resistente a condições edafoclimáticas desfavoráveis e que pode ser potencialmente utilizada em áreas desfavoráveis às demais culturas, reduzindo a competição com culturas para fins de alimentação (HELLER, 1996). Outro argumento para o cultivo do pinhão manso para a produção de biodiesel é a preocupação com a redução do volume de emissão de gases causadores do efeito estufa até 2012, como determina o Protocolo de Kyoto (FRANCIS et al., 2005).

A produtividade das espécies arbóreas com alto potencial de crescimento é frequentemente limitada por restrições nutricionais e hídricas, tornando imprescindível, para o sucesso da implantação do pinhão manso em solos marginais, o conhecimento dos seus requerimentos nutricionais (SANGINGA et al., 1991). Essa cultura já vem sendo estudada em vários países, principalmente em função de sua capacidade de produção de biocombustível. Atualmente, ocorre em maior escala nas regiões tropicais e temperadas, e em menor extensão nas regiões frias. Segundo Saturnino et al. (2005), essa espécie exige boa fertilidade do solo para produção de sementes, sendo que a calagem apresenta efeito positivo sobre o seu desenvolvimento, mas normalmente é encontrada em solos pobres e secos, sem produzir boas sementes.

Nos últimos 30 anos, o pinhão manso vem sendo estudado agronomicamente (SATURNINO et al., 2005). O pouco tempo de estudo dessa cultura deixa uma grande lacuna de informação a ser pesquisadas, para que se possa entender melhor o comportamento dessa cultura, de forma a possibilitar a sua exploração sustentável.

Até então o pinhão manso foi explorado visando o emprego para demarcação de limites territoriais, como cerca viva, uma vez que a planta não é consumida pelos animais, além de ser uma planta perene com grande longevidade. Sua tolerância à seca e à presença de raízes laterais superficiais faz do pinhão manso uma atraente planta a ser usada para combater erosões ou ser utilizada em projetos de reflorestamento (PROJECT ZAMBIA, 2000).

O pinhão manso vem sendo empregado desde tempos remotos na área medicinal, na iluminação de casas e na produção de sabão. Sua coloração é branca e proporciona efeitos positivos na pele, devido, em parte, à glicerina presente no sabão. O óleo extraído

da semente é, indiscutivelmente, a fonte principal de produto dessa planta (SATURNINO et al., 2005).

No Brasil, o pinhão manso vem sendo cultivado por produtores do Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, com produção anual de 1.100 a 1.700 litros de biodiesel por hectare em plantios estabelecidos há mais de três anos (GLOBO RURAL, 2006). Em Minas Gerais, a produção está concentrada nas regiões dos Vales do Rio Doce, Mucuri, Jequitinhonha, Norte de Minas e no Triângulo Mineiro, objetivando a produção de mudas, sementes e desenvolvimento de pesquisas. As cidades de Janaúba e Nova Porteirinha vêm se destacando com elevado potencial para o cultivo do pinhão manso, devido às características edafoclimáticas apresentadas (SATURNINO et al., 2005).

O uso do pinhão manso como matéria prima para a produção de biodiesel depende da domesticação da espécie, a fim de se obter maior produtividade, teor de óleo e homogeneização na produção. Não se dispensam esforços no sentido de se investigar o manejo da fertilidade do solo e nutrição mineral do pinhão manso, com vistas à sua exploração racional e obtenção de elevadas produtividades e melhor rentabilidade.

Uma das condições para se cultivar o pinhão manso é conhecer as suas reais exigências nutricionais. A partir dessa compreensão tornar-se-á possível racionalizar o plantio, principalmente no que se refere aos programas de adubação para a cultura. Através da técnica de diagnose por subtração, é possível determinar os nutrientes limitantes para o desenvolvimento e estado nutricional das plantas em qualquer tipo de solo. Com o conhecimento das limitações, é possível corrigi-las através da adição de nutrientes pela prática da adubação. Experimentos em vasos constituem-se num instrumento rápido e seguro em programas de fertilização do solo e nutrição de plantas.

Assim, a avaliação das exigências nutricionais de plantas como o pinhão manso pode envolver aspectos qualitativos e quantitativos. Como passo inicial, a avaliação de caráter qualitativo constitui-se numa ferramenta simples e eficiente, fornecendo subsídios para estudos posteriores de cunho quantitativo, utilizando-se comumente a técnica de elemento faltante (BRAGA, 1983).

REFERÊNCIAS

- BELTRÃO, N.E.M. Agronegócio das oleaginosas no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n.229, p. 44-78, 2005.
- BRAGA, J.M. **Avaliação da fertilidade do solo: ensaios de campo**. Viçosa: UFV, 1983. 101p.
- BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília, 1985. 364p. (Brasil. Ministério da Indústria e do Comércio. Documentos, 16).
- 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**, Malden, v.29, p.12-24, 2005.
- GLOBO RURAL. **Biodiesel: o petróleo verde**. São Paulo: Globo, 2006. 45p.
- HELLER, J. **Physic nut (*Jatropha curcas* L.): promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 1**. Roma: IBPGR, 1996. 66p.
- PROJECT ZAMBIA GTZ-ASSP. **The *Jatropha* Booklet**. A Guide to *Jatropha* Promotion in Zambia. 2000. 34p.
- PURCINO, A.A.C.; DRUMMOND, O.A. **Pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986. 7p.
- SANGINGA, N. et al. Nutrient requirements of exotic tree species in Zimbabwe. **Plant and Soil**, The Hague, v.132, p.197-205, 1991.
- SATURNINO, H.M. et al. Produção de oleaginosas para biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p. 86-96, 2005.

ARTIGO CIENTÍFICO I
REVISTA CIÊNCIA RURAL
ISSN 0103-8478

Limitações nutricionais para crescimento de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em Neossolo Quartzarênico

Nutritional limitations of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seedlings growth in Quartzarenic Neossol

Luís Paulo Patente Tanure^I Enilson de Barros Silva^{II*}

RESUMO

O pinhão manso é uma oleaginosa nativa pertencente à família *Euphorbiaceae*, a qual vem se destacando no cenário nacional como uma cultura possível em áreas marginais para produção de biodiesel. O objetivo deste trabalho foi avaliar as limitações nutricionais para o crescimento de mudas de pinhão manso em Neossolo Quartzarênico. As mudas foram cultivadas em vasos contendo Neossolo Quartzarênico, 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), disposto em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Após 100 dias, foram avaliadas as seguintes características: altura da muda, diâmetro do caule, peso de massa seca da parte aérea e das raízes e teor de macro e micronutrientes na massa seca da parte aérea. O pinhão manso mostrou-se bastante exigente em nutrientes, exceto para nitrogênio. A disponibilidade original do solo estudado estava abaixo das exigências das plantas durante a fase de crescimento. A ordem decrescente de limitação foi a seguinte: P, Mg, Zn, Ca, K, S, B e N.

Palavra-chave: elemento faltante, fertilização, nutrição, biodiesel.

^IMestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, MG, Brasil.

^{II} Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, MG, Brasil. E-mail: ebsilva@ufvjm.edu.br. Autor para correspondência.

ABSTRACT

The physic nut is a native oleaginous belonging to the *Euphorbiaceae* family, which has been emphasizing on the national scenery as a culture that can be planted in marginal areas for biodiesel production. This work was carried out to evaluate the mineral nutrient required by physic nut plant growth in Quartzarenic Neossol. The seedlings were cultivated in Quartzarenic Neossol pots 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, prepared in a completely randomized design with five repetitions. Plant height, stem diameter, dry weight mass of shoot and roots and content of macro and micronutrients in dry matter shoots were evaluated after 100 days. The physic nut has shown a big demanding on soil fertility, being limited by the omission of all nutrients, except nitrogen. The analysis results showed that the studied natural soil presented low nutrient contents during this growing phase in the following order: P, Mg, Zn, Ca, K, S, B and N.

Key words: missing element, fertilization, nutrition, biodiesel.

INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma oleaginosa nativa pertencente à família *Euphorbiaceae*, a qual atinge de 3,0 a 5,0 m, podendo atingir 8,0 m de altura e diâmetro de tronco de 0,20 m com caule liso, macio, de coloração esverdeada e o lenho pouco resistente, cujo tronco tem tendência a se ramificar desde a base (PEIXOTO, 1973).

Essa espécie, embora seja uma planta conhecida e cultivada na América desde tempos remotos e disseminada por todas as áreas tropicais e até mesmo em algumas áreas

temperadas, ainda se encontra em processo de domesticação e, somente nas últimas três décadas, passou a ser estudada agronomicamente (SATURNINO et al., 2005).

A crise do petróleo, nos anos 70, induziu os estudos com combustíveis alternativos aos derivados do petróleo. A extração de óleo da semente do pinhão manso tornou-se uma boa alternativa, por se tratar de uma planta resistente a condições edafoclimáticas desfavoráveis e que 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 da emissão de gases que ocasionam o efeito estufa até 2012, conforme Protocolo de Kyoto (FRANCIS et al., 2005).

A produtividade das espécies arbóreas com alto potencial de crescimento é frequentemente limitada por restrições nutricionais e hídricas, tornando-se imprescindível, para o sucesso da implantação do pinhão manso em solos marginais, o conhecimento dessas restrições (SANGINGA et al., 1991). Informações sobre as necessidades nutricionais das plantas são importantes para conhecer sua demanda por nutrientes e determinar a quantidade correta de fertilizantes a ser empregada, quando o solo não for capaz de suprir essa necessidade. Quanto às exigências nutricionais do pinhão manso, por ter sido uma planta pouco estudada nas décadas passadas, permanece grande carência de informações. Sabe-se que a espécie é tolerante a solos de fertilidade reduzida, porém há relatos sobre plantios em áreas de boa fertilidade, que retratam um bom desenvolvimento e altas taxas de produção para a espécie (PURCINO & DRUMMOUND, 1986).

O estresse nutricional decorrente da deficiência ou do excesso de nutrientes, que interfere no metabolismo vegetal, é importante fator na redução da produtividade, notadamente em solos tropicais com baixa disponibilidade de nutrientes e elevada acidez (NOVAIS & SMITH, 1999). A busca por plantas adaptadas a essas condições tem sido justificada pela ampla variabilidade inter e intraespecífica quanto à maioria dos estresses

nutricionais que interferem nos processos de absorção, transporte e utilização de nutrientes pelas plantas (DECHEN et al., 1998). Sabe-se que as plantas adaptadas aos solos minerais ácidos têm mecanismos variáveis, visando minimizar os efeitos dos fatores químicos adversos desses ambientes. Esses mecanismos são inter-relacionados e determinam as exigências por fertilizantes pelas plantas (MATOS et al., 1999).

O Alto Jequitinhonha faz parte do bioma Cerrado, com relevo formado por grandes planaltos, chapadas, entremeados por vales profundos e estreitos, e com terras pouco férteis e vegetação rasteira e arbustiva, onde a possibilidade da prática de agricultura é bem limitada (GALIZONE, 2000). O Neossolo Quartzarênico representa 15,2% do Cerrado (REATTO & MARTINS, 2005). Esse solo está presente no Alto Vale do Jequitinhonha, o qual apresenta solos rasos, arenosos, pedregosos e ácidos, limitados às práticas da agricultura convencional (SILVA, 2005). A denominação Neossolo Quartzarênico é empregada por ser bem drenado, ácido, com baixa fertilidade e alta saturação por alumínio, além de apresentar pouca diferenciação entre os perfis (REATTO et al., 1998). A coloração pode variar entre branco, acinzentado, amarelo e vermelho, sendo constituído essencialmente por quartzo. Por possuir no máximo 15% de argila e, em geral, apresentar ausência de silte, sua textura pode ser classificada como arenosa a franco arenosa (EMBRAPA, 2006). Os baixos teores de argila e matéria orgânica reduzem a capacidade de agregação de partículas e de adsorção dos nutrientes, tornando o solo muito susceptível à erosão e à perda de nutrientes por lixiviação (REATTO et al., 1998).

A diagnose por subtração ou técnica do elemento faltante em vasos contendo solo pode fornecer informações qualitativas e quantitativas acerca dos nutrientes que podem limitar o desenvolvimento das plantas (CARVALHO & LOPES, 1998). Informações sobre as necessidades nutricionais das plantas são importantes para conhecer sua demanda por nutrientes e determinar a quantidade correta de fertilizantes a ser empregada, quando o solo

não for capaz de suprir essa necessidade. A avaliação do estado nutricional das plantas é uma importante ferramenta para a adequada utilização de fertilizantes e tem como principal objetivo identificar os nutrientes que limitam o crescimento, o desenvolvimento e a produção das culturas (MALAVOLTA et al., 1997; MARTINEZ et al., 1999; MALAVOLTA, 2006).

Para suprir adequadamente as necessidades nutricionais de qualquer espécie, é necessário, antes, ter conhecimento do efeito que cada nutriente, quando ausente, provoca no seu desenvolvimento. O presente trabalho teve por objetivo avaliar as limitações nutricionais no crescimento de mudas de pinhão manso em Neossolo Quartzarênico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, em Diamantina, MG, definida geograficamente pelas coordenadas de 18°15' de latitude sul e 43°36' de longitude Oeste e altitude 1.400m. O experimento foi feito entre os meses de maio e agosto de 2005.

O solo utilizado foi um Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Embrapa, 2006) coletado na região de Diamantina, Minas Gerais. Após a secagem ao ar, o material foi passado em peneira de 5 mm e acondicionado em vasos plásticos de 5 dm³, de maneira a se obter uma densidade uniforme. Os vasos tiveram o fundo fechado para evitar perdas de nutrientes. Os tratamentos foram baseados na técnica do elemento faltante, em número de 10, 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 a omissão de um nutriente por vez em cada tratamento (-N; -P; -K; -Ca; -Mg; -S; -B e -Zn). Os nutrientes foram aplicados na forma de reagentes p.a., diluídos em água deionizada e misturados totalmente ao volume do solo do vaso correspondente a cada tratamento. As doses aplicadas

no tratamento completo consistiram de: 25 mg N (NH_4NO_3); 200 mg P ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 e H_3PO_4); 50 mg K (KH_2PO_4); 80 mg Ca ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); 20 mg Mg ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$); 30 mg S ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$); 1 mg B (H_3BO_3) e 4 mg Zn (ZnCl_2) por dm^3 de solo. Realizaram-se duas adubações de cobertura com 25 mg de K cada uma e cinco coberturas com 25 mg de N por dm^3 de solo.

Após a aplicação dos tratamentos, o material de solo permaneceu incubado por um período de 30 dias, sendo a umidade do solo mantida durante todo o experimento em 60% do volume total de poros (VTP), aferida diariamente por meio de pesagem, completando-se o peso com água deionizada. Após a incubação, foram coletadas amostras dos tratamentos testemunha e completo para análises químicas e físicas, cujos resultados se encontram na Tabela 1.

Foram utilizadas sementes de pinhão manso da população proveniente do Norte de Minas Gerais. 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, preenchidas com vermiculita, nas quais permaneceram até o início da fase experimental. O transplântio definitivo das mudas para o vaso ocorreu quando as mudas possuíam diâmetro médio de 6,3 mm e altura média de 10,3 cm.

Os vasos foram irrigados diariamente com água deionizada, mantendo a VTP em 60%. Após o período experimental de 100 dias, foram avaliadas as variáveis: altura das mudas, medida do colo até a gema apical; diâmetro do caule na altura do colo, medidos com régua e paquímetro, respectivamente. A avaliação da massa seca da parte aérea foi feita por secagem em estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas, com posterior pesagem do material seco. As raízes, após serem retiradas do solo através de lavagem, foram avaliadas com o mesmo procedimento da massa seca da parte aérea. Os teores de nutrientes foram determinados na parte aérea das mudas do pinhão manso. O teor de nitrogênio total foi

determinado pelo método Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1997). No extrato, obtido por digestão nitroperclórica (MALAVOLTA et al., 1997), foram dosados os teores de P, por colorimetria, e os de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica; os de K, por fotometria de chama; os de S total, por turbidimetria (ALVAREZ et al., 2001). O B foi extraído por incineração e determinado por colorimetria de azometina (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%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas de pinhão manso submetidas ao tratamento completo apresentaram altura e diâmetro superiores aos demais tratamentos (Tabela 2), o que mostra que os nutrientes foram limitantes ao crescimento das mudas, exceto a omissão de N. As omissões de P e Mg foram as que mais limitaram o crescimento em altura e diâmetro das mudas de pinhão manso (Tabela 2). Segundo MARSCHNER (1991), espécies de crescimento rápido apresentam elevada resposta ao fornecimento de nutrientes, sendo menos adaptadas a solos de baixa fertilidade. LOCATELLI et al. (2007) constataram, em avaliação de mudas de cedro rosa (*Cedrela odorata L.*), que elas apresentaram comportamento semelhante às encontradas para mudas de pinhão manso.

A produção de massa seca da parte aérea (MSPA) é uma característica importante para ser avaliada, pois reflete o crescimento das mudas de pinhão manso em altura e em diâmetro. O tratamento sob omissão de N se mostrou com maior produção de MSPA que os demais tratamentos, sendo que a produção de massa seca de raízes (MSR) foi mais afetada pela omissão de nutrientes que a produção da parte aérea, que foi superior a 50% do

tratamento completo, mas teve o mesmo comportamento perante os tratamentos aplicados (Tabela 2).

Segundo ILLENSEER & PAULILO (2002), plantas jovens de algumas espécies apresentam melhor eficiência na utilização de nitrogênio quando submetidas a baixos teores desse nutriente. O pinhão manso demonstrou possuir boa eficiência na absorção do nitrogênio, mesmo em solo com baixo teor de matéria orgânica (Tabela 1). Tal característica se mostra importante por reduzir a quantidade de fontes nitrogenadas, que é um insumo de origem fóssil e ser o elemento de maior conteúdo energético entre os fertilizantes, o que aumenta a relação produção/gasto energético (FRIGO et al., 2008). Segundo LAVRES JÚNIOR et al. (2005), a mamona cultivar Íris, espécie da mesma família do pinhão manso, apresentou redução do crescimento quando o nitrogênio foi omitido. Já NAKAGAWA et al. (1994), utilizando a mamona, constataram que não houve redução do desenvolvimento e do teor de óleo quando o nitrogênio foi subtraído.

As omissões de P e Mg reduziram drasticamente o acúmulo de massa seca total em comparação ao tratamento completo (Tabela 2). A reduzida disponibilidade de P no solo (Tabela 1) pode ser responsável pelo inadequado crescimento das plantas, sendo que a deficiência do nutriente é o mais importante fator nutricional que restringe o crescimento vegetal em solos tropicais (SANCHEZ & UEHARA, 1980; SANCHEZ & SALINAS, 1981; SKREBSKY et al., 2008).

A omissão no fornecimento de Mg resultou em decréscimo no crescimento (Tabela 2), o que é indício da importância da calagem para essa espécie, e o uso de calcários dolomíticos ou magnesianos possivelmente seja mais indicado que o de calcários calcíticos. A omissão do Ca provoca distúrbios significativos junto ao pinhão manso, por ser o macronutriente mais proeminente no apoplasto, atuando na interligação das cadeias pécticas, como o boro, ajudando a sua estabilidade e afetando as propriedades mecânicas do gel péctico

(MATOH & KOBAYASHI, 1998), além de ser essencial para manter a integridade estrutural e funcional das membranas e da parede celular (MARSCHNER, 1995). O Mg apresenta importante papel na composição da clorofila e como ativador de diversas enzimas, sendo várias delas envolvidas na transferência de fosfatos. O fosfato atua como componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas como o ATP e no DNA e RNA (MALAVOLTA, 2006).

A redução na produção de MSPA e MSR das mudas de pinhão manso nas omissões de B e de Zn em relação ao tratamento completo é indicativa de uma elevada exigência desses micronutrientes, sendo menos limitante para B (Tabela 2). Os teores desses micronutrientes no solo estudado foram abaixo do nível crítico (ALVAREZ V. et al., 1999) para a fase de crescimento.

De acordo com BLEVINS & LUKASZEWSKI (1998), a maioria das espécies de plantas possui maior requerimento de B para a fase de crescimento reprodutivo que para a fase de crescimento vegetativo, o qual atua na formação dos tubos polínicos e na estrutura da parede celular. A deficiência de B frequentemente está relacionada a períodos secos por fluxo de massa (DANNEL et al., 2000) quando a umidade não é suficiente para sua movimentação no solo, prejudicando a absorção pelas plantas (BROWN et al., 2002) e, da mesma forma, dificultando a difusão do Zn no solo (BROADLEY et al., 2007). 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 AIA, o que refletiu sobre o desenvolvimento delas, assim como 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. Dessa maneira, o pinhão manso, que apresenta elevada taxa de crescimento em condições mais

favoráveis do solo, necessita de melhor disponibilidade dos micronutrientes (B e Zn) para formar suas reservas para resistir aos períodos secos.

A sequência de limitação nutricional apresentada pelas mudas de pinhão cultivado em Neossolo Quartzarênico em relação ao tratamento completo, considerando a produção de massa seca total (Tabela 2), foi na seguinte ordem decrescente: P, Mg, Zn, Ca, K, S, B e N.

O maior teor de N na parte aérea das mudas de pinhão manso foi observado no tratamento com omissão de Zn (Tabela 3). Todos os tratamentos (com exceção da omissão de N) receberam N na forma nítrica e amoniacal. Plantas com deficiência de Zn sofrem acúmulo de N-NO_3^- , indicando participação na redução do nitrato, e na síntese dos aminoácidos (HAMLIN & BARKER, 2006). A falta do Zn reduz a produção do triptofano, um dos componentes responsáveis pelo crescimento das plantas, havendo a necessidade de maior absorção do N, a fim de minimizar a redução do crescimento, uma vez que possui papel importante no desenvolvimento das plantas (MALTA et al., 2002). SATURNINO et al. (2005), avaliando o teor do N na parte aérea de mudas de pinhão manso, observaram que os teores de N foram $3,42 \text{ dag kg}^{-1}$, valor próximo ao encontrado no tratamento completo.

Resultados mais expressivos no teor de P na parte aérea foram encontrados quando as mudas foram submetidas aos tratamentos com omissão de S, Ca e B (Tabela 3), na ordem de 88,9%; 77,8% e 77,8%, respectivamente, em relação ao tratamento completo. O Ca^{2+} na forma trocável no solo se liga ao P solúvel em decorrência da sua alta afinidade, transformando-se no fosfato bicálcico, reduzindo a sua forma lábil (FREEMAN & ROWELL, 2006). O P foi o nutriente que mais limitou o crescimento do pinhão manso (Tabela 2). O teor P na MSPA sugere que a redução da presença do Ca no solo, pela sua omissão, aumentou a absorção do P solúvel. O S é absorvido pelas plantas na forma aniônica, bem como o P. A omissão do S favorece a absorção do P, pela redução na competição aniônica (SILVA &

ROSOLEM, 2001). Resultados semelhantes foram encontrados por DUBOC et al. (1996), em solução nutritiva para a cultura do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne)).

O maior teor de K foi observado na parte aérea das mudas de pinhão manso que sofreram a omissão de S, N e Ca, sendo superior ao tratamento completo em 97,1%; 85,29% e 76,47%, respectivamente (Tabela 3). Vale destacar que a omissão de N permite inferir uma reduzida ocorrência de competição entre NH_4^+ e K^+ , concordando com MALAVOLTA et al. (1997), que afirmam que o NH_4^+ pode competir pelo mesmo carregador no processo de absorção radicular. Já em relação à omissão de Ca, quando se altera a participação dos íons na CTC (capacidade de troca de cátions), há efeito direto na absorção catiônica pela planta e, portanto, reflexos no crescimento (ANDREOTTI et al., 2001) e na absorção do nutriente pela planta.

O maior teor de Ca foi observado sobre o tratamento no qual se omitiu o micronutriente Zn (Tabela 3). A ausência de Zn pode ter induzido uma maior absorção de Ca pelo fato de ambos competirem pelo mesmo sítio carregador, o que promove relações interiônicas de inibição competitiva entre esses (MALAVOLTA, 2006). Os teores de Ca observados no tratamento completo são similares aos encontrados por SATURNINO et al. (2005).

O menor teor de Mg foi observado no tratamento no qual se omitiu o P (Tabela 3). Esse comportamento se explica em virtude de o Mg atuar na ativação da ATPase, que constitui uma família de enzimas que catalisam a hidrólise do ATP para originar ADP e fosfato inorgânico, tendo como elemento constituinte principal o P (BRISKIN & POOLE, 1983). Com a omissão de Ca, foi observado o maior teor de Mg (Tabela 3). A maior extração de Mg na omissão do Ca ocorreu face à redução da competição catiônica entre os elementos (MALAVOLTA et al., 1997). Existe um antagonismo entre cátions, ou seja, o aumento na concentração de um elemento no meio pode implicar a diminuição da absorção do outro, o

que explica as elevadas concentrações de Mg no tratamento com omissão de Ca (ANDREOTTI et al., 2001).

O maior teor de S foi observado na parte aérea de mudas no tratamento completo e sob a omissão de Mg (Tabela 3). O tratamento no qual se omitiu o Mg apresentou teor médio de S na parte aérea 11,9% menor ao encontrado no tratamento completo, o que pode ser explicado pela baixa produção de MSPA, refletindo um efeito de concentração. Resultados semelhantes foram encontrados por MONTEIRO et al. (1995) na cultura da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Os maiores teores de B foram observados na parte aérea nos tratamentos que sofreram a omissão de Ca, N e S (Tabela 3). Tanto o Ca quanto o N apresentam relações interiônicas de inibição não competitiva (MALAVOLTA et al., 1997). A omissão de Ca atua facilitando o transporte do B junto à membrana plasmática, além de favorecer o transporte do B pela corrente transpiratória, uma vez que ambos são transportados pelo mesmo processo, auxiliando na deposição do B nas partes das mudas (BROWN et al., 2002). A omissão do N sob o teor de B apresentou valor 55,6% maior quando comparado ao tratamento completo, sendo que a ausência do N na forma de NO_3^- ou NH_4^+ reduziu a inibição não competitiva entre esses elementos (MALAVOLTA et al., 1997).

O maior teor de Cu e de Mn foram observados na parte aérea de mudas de pinhão manso que foram submetidas à omissão de Zn (Tabela 3), em razão do menor crescimento da parte aérea (Tabela 2), havendo efeito de concentração dos nutrientes. HALDAR & MANDAL (1981) encontraram resultados semelhantes em arroz, e consideraram a aplicação de Zn a causa principal da redução na disponibilidade do Cu no solo.

O maior teor de Fe foi encontrado na parte aérea das mudas de pinhão manso que foram submetidas à omissão de P (Tabela 3). Segundo MALAVOLTA (2006), o P e o Fe são nutrientes que competem de forma não competitiva entre si para absorção da planta. Esse

resultado demonstra que, na omissão de P, houve uma maior absorção de Fe pelas mudas de pinhão manso.

Sob a omissão de Zn foram observados os maiores teores de Mn na parte aérea das plantas (Tabela 3). Os teores de Mn apresentados nas mudas de pinhão manso sob omissão de Zn foram superiores em 35,93% em comparação ao tratamento completo. A presença de cátions bivalentes como o Zn reduz a absorção de Mn pelas plantas (MOREIRA, 1999; HEINRICHS, 2002).

Foram observadas diferenças significativas entre os teores de Zn nas partes das mudas de pinhão manso em função dos tratamentos (Tabela 3). Os maiores teores de Zn foram observados na parte aérea das mudas que tiveram, no tratamento, subtraídos os elementos S, K e P e Ca. Sob o tratamento no qual se omitiu o S houve acréscimo de 39,6% no teor de Zn quando comparado ao tratamento completo. A presença do P no solo ou em solução nutritiva causa diminuição na absorção do Zn. Isso ocorre em função de o P insolubilizar o Zn na superfície da raiz, diminuindo a sua absorção, bem como inibir não competitivamente a absorção, podendo também atuar na insolubilização do Zn no xilema, dificultando o transporte para a parte aérea (MALAVOLTA et al., 1997).

CONCLUSÃO

Todos os nutrientes foram limitantes para o crescimento das mudas de pinhão manso no Neossolo Quartzarênico, com exceção do N, sendo que a sequência de limitação nutricional em ordem decrescente foi P, Mg, Zn, Ca, K, S, B 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; À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de Mestrado, e à

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pela infraestrutura necessária para condução do experimento.

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.

ALVAREZ V., V.H. et al. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 131p.

ANDREOTTI, M. et al. Crescimento do milho em função da saturação por bases e da adubação potássica. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.145-150, 2001

BLEVINS, D.G.; LUKASZEWSKI, K.M. Boron in plant structure and function. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Stanford, v.49, p.481-500, 1998.

BRISKIN, D.P.; POOLE, R.J. Role of magnesium in the plasma membrane ATPase of red beet. **Plant Physiology**, v.71, p.969-971, 1983.

BROADLEY, M.R. et al. Zinc in plants. **New Phytologist**, v.173, p.677-702, 2007.

BROWN, P.H. et al. Boron in plant biology. **Plant Biology**, v.4, p.203-223, 2002.

CARVALHO, J.G.; LOPES, A.S. **Métodos de diagnose da fertilidade do solo e de avaliação do estado nutricional das plantas**. Lavras: ESAL, 1998. 116p.

DANNEL, F. et al. Characterization of root boron pools, boron uptake and boron translocation in sunflower using the stable isotopes ^{10}B and ^{11}B . **Australian Journal of Plant Physiology**, v.27, n.5, p.397-405, 2000.

DECHEN, A.R. et al. Tolerância e adaptação de plantas aos estresses nutricionais. In: SIQUEIRA, J.O. et al. **Inter-relação fertilidade biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: SBCS, 1998. Cap.4, p.337-361.

DUBOC, E. et al. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.). **Cerne** , Lavras, v.2, n.1, p.140-152, 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Produção de Informação, 2006. 412p.

FRANCIS, G. et al. 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** , Malden, v.29, p.12-24, 2005.

FREEMAN, J.S.; ROWELL, D.L. The adsorption and precipitation of phosphate onto calcite. **European Journal of Soil Science**, v.32, n.1, p.75-84, 2006

FRIGO, M.S. et al. Análise energética do primeiro ano de cultivo do pinhão manso em sistema irrigado por gotejamento. **Irriga** , Botucatu, v.13, p.261-271, 2008.

GALIZONE, F.M. **A terra construída**. 2000. 102f. Dissertação (Mestrado em ciência social). Curso de Pós - graduação em antropologia social, Universidade de Campinas.

HALDAR, M.; MANDAL, L.N. Effect of phosphorus and zinc on the growth and phosphorus, zinc, copper iron and manganese nutrition in rice. **Plant and Soil** , The Hague, v.59, n.3, p.415-425, 1981.

HAMLIN, R.L.; BARKER, A.V. Influence of ammonium and nitrate nutrition on plant growth and zinc accumulation by indian mustard. **Journal of plant nutrition**, v.29, n.8, p.1523-1541, 2006.

HEINRICH, R. **Efeito do magnésio na absorção e distribuição de manganês e zinco na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivadas em solo de cerrado.** 2002. 105f. Tese (Doutorado em produção vegetal). Curso de Pós – graduação em produção vegetal, Universidade de São Paulo.

HELLER, J. **Physic nut (*Jatropha curcas* L.)**, promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 1. IBPGR 161. Roma: IBPGR, 1996. 66p.

ILLENSEEN, R.; PAULILO, M.T.S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Botânica Brasileira** , São Paulo, v.16, n.4, p.385-394, 2002.

LAVRES JÚNIOR, J. et al. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** , v.40, p.145-151, 2005.

LOCATELLI, M. et al. Avaliação de altura e diâmetro de mudas de cedro rosa (*Cedrela odorata* L.) submetida as diferentes deficiências nutricionais. **Revista Brasileira de Biociência** , Porto Alegre, v.5, p.645-647, 2007.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. 2ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo : Ceres, 2006. 631p.

MALTA, M.R. et al. Efeito da aplicação de zinco via foliar na síntese de triptofano, aminoácidos e proteínas solúveis em mudas de cafeeiro. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Pelotas, v.14, n.1, p.31-37, 2002.

MARSCHNER, H. Mechanisms of adaptation of plants to acid soils. **Plant Soil** , The Hague, v.134, n.1, p.1-20, 1991.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARTINEZ, H. E.P. et al. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A.C. et al. In: RIBEIRO, A.C. et al. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 143-168.

MATOH, T.; KOBAYASHI, M. Boron and calcium, essential inorganic constituents of pectic polysaccharides in higher plant cell walls. **Journal of Plant Research**, Califórnia, v.11, n.1, p.179-190, 1998.

MATOS R.M.B. et al. **Fungos micorrízicos e nutrição de plantas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1999. 36p.

MONTEIRO, F.A. et al. Cultivo de *Brachiaria brizantha* stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.135-141, 1995.

MOREIRA, A. **A influência do magnésio na absorção e transporte do manganês e do zinco na soja**. 1999. 138f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Curso de Pós – graduação em produção vegetal, Universidade de São Paulo.

NAKAGAWA, J. et al. Importância da adubação na qualidade do amendoim e da mamona. In: In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. (Ed.) **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p.289-318.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 282p.

PURCINO, A.A.C.; DRUMMOND, O.A. **Pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986. 7p.

REATTO, A. et al. Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1998. p.47-86.

REATTO, A.; MARTINS, E.S. Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma. In: SCARIOT, A. et al. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p.49-59.

SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J.G. Low input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. **Advance Agronomy** , 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.

SANGINGA, N. et al. Nutrient requirements of exotic tree species in Zimbabwe. **Plant and Soil** , The Hague, v.132, p.197-205, 1991.

SATURNINO, H.M. et al. Produção de oleaginosas para biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p. 86-96, 2005.

SILVA, A.C. Solos. In: SILVA, A.C. et al. **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. Cap.3, p. 61-77.

SILVA, R.H.; ROSOLEM, C.A. Influência da cultura anterior e da compactação do solo na absorção de macronutrientes na soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.10, p.1269-1275, 2001.

SKREBSKY et al. Caracterização das exigências nutricionais de mudas de *Pfaffia glomerata* em Argissolo Vermelho distrófico arênico pela técnica do nutriente faltante. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.989-996, 2008.

Tabela 1 – Resultados de análise química e granulométrica do solo da testemunha e do tratamento completo após 30 dias da aplicação dos nutrientes no solo.

Características ¹	Testemunha	Completo
	Análise química	
pH água	5,3	5,5
P (mg dm ⁻³)	2,0	139,0
K ⁺ (mg dm ⁻³)	26	97
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,2	2,4
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,2	0,8
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,4	0,4
S-SO ₄ ²⁻ (mg dm ⁻³)	5,6	25,0
B (mg dm ⁻³)	0,1	0,3
Zn (mg dm ⁻³)	0,5	4,5
m (%)	46	10
V (%)	18	56
M.O (dag kg ⁻¹)	0,5	0,5
	Análise granulométrica	
Areia (%)	89	89
Silte (%)	5	5
Argila (%)	6	6

¹P, K e Zn – extrator Mehlich-1; S-SO₄²⁻ – extrator Ca(H₂PO₄)₂ em ácido acético; Ca, Mg e Al – extrator KCl 1 mol L⁻¹; B – água quente e M.O – Teor de matéria orgânica determinado pelo método da oxidação do carbono por dicromato de potássio em meio ácido multiplicado por 1,724.

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

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
-N	39,00 a	1,75 a	8,82 a	1,93 a	10,75 a
-P	12,33 c	0,67 d	1,00 f	0,25 g	1,25 g
-K	13,50 c	0,75 d	4,08 d	1,06 c	5,14 d
-Ca	30,00 b	1,10 c	4,28 d	0,78 d	5,06 d
-Mg	10,50 c	0,70 d	1,26 f	0,38 f	1,64 g
-S	28,83 b	1,17 c	4,87 c	0,61 e	5,48 c
-B	28,50 b	1,10 c	4,74 c	0,97 c	5,70 c
-Zn	25,00 c	1,00 c	3,81 d	0,58 e	4,39 e
Média geral	22,75	1,05	4,27	0,84	5,11
CV(%)	6,26	8,78	5,65	6,58	5,29

Médias com mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5%.

Tabela 3 - Teor de macronutrientes (dag kg⁻¹) e de micronutrientes (mg kg⁻¹) na massa seca da parte aérea de mudas de pinhão manso submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	2,74 f	0,09 c	0,34 c	1,19 d	0,28 e	0,42 a
Testemunha	2,48 f	0,13 b	0,17 d	2,06 b	0,89 b	0,07 e
-N	1,51 g	0,13 b	0,63 a	1,74 c	0,34 d	0,10 d
-P	5,67 b	0,11 c	0,46 b	1,34 d	0,20 g	0,08 e
-K	4,75 c	0,10 c	0,09 d	1,28 d	0,28 e	0,06 f
-Ca	4,17 d	0,16 a	0,60 a	0,01 e	0,99 a	0,11 d
-Mg	4,08 d	0,13 b	0,44 b	1,01 d	0,24 f	0,37 b
-S	3,24 e	0,17 a	0,67 a	1,16 d	0,32 d	0,11 d
-B	4,22 d	0,16 a	0,52 b	1,20 d	0,31 d	0,07 e
-Zn	7,18 a	0,10 c	0,36 c	2,33 a	0,74 c	0,35 c
Média	4,00	0,13	0,43	1,33	0,46	0,17
CV(%)	6,54	13,17	14,78	7,98	5,77	3,47
Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Completo	61,40 b	15,33 b	192,33 f	1.152,67 b	37,33 c	
Testemunha	21,53 d	4,67 e	261,67 g	347,83 e	5,00 e	
-N	95,55 a	11,75 c	165,00 g	622,67 d	12,33 d	
-P	16,87 d	10,00 d	413,33 a	738,17 d	40,00 c	
-K	11,16 d	5,00 e	175,00 g	681,00 d	65,00 a	
-Ca	95,92 a	6,53 e	195,00 f	1.084,00 b	40,00 c	
-Mg	47,50 c	13,50 c	235,00 e	1.012,50 c	40,33 c	
-S	87,13 a	8,50 d	373,33 b	1.097,17 b	48,33 b	
-B	45,27 c	11,50 c	235,00 e	966,00 c	65,00 a	
-Zn	57,72 b	19,00 a	341,00 c	1.566,83 a	10,00 d	
Média	54,00	10,57	258,66	926,88	36,33	
CV(%)	13,73	14,41	3,35	6,13	5,60	

Médias com mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5%.

ARTIGO CIENTÍFICO II
PESQUISA AGROPECUARIA BRASILEIRA
ISSN 1678-3921

Produção de matéria seca, acúmulo e distribuição de nutrientes em mudas de pinhão manso cultivadas em solução nutritiva

Luís Paulo Patente Tanure ⁽¹⁾ e Enilson de Barros Silva ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Departamento de Agronomia, Rua da Glória, 187, Centro, CEP 39100-000 - Diamantina, MG. E-mail: tanurelp@hotmail.com, ebsilva@ufvjm.edu.br

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar as exigências nutricionais de mudas de pinhão manso, acúmulo e distribuição de nutrientes nas diferentes partes da planta. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (Diamantina-MG). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e nove tratamentos. Os tratamentos consistiram de solução nutritiva completa e com omissão de N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn, pelo uso da técnica do elemento faltante. Após 100 dias, foram avaliadas as seguintes características: peso de massa seca do limbo foliar, do pecíolo, da folha completa (limbo foliar + pecíolo), do caule, da parte aérea e de raízes e teor de nutrientes na massa seca de cada parte das mudas de pinhão manso. De maneira geral, o acúmulo total de macronutrientes e micronutrientes foi observado na seguinte forma na ordem decrescente: N>K>Ca>P>Mg>S e Fe>Cu>Mn>B>Zn, respectivamente, com maior acúmulo na folha completa, com uma inversão de maior acúmulo entre N e K para macronutrientes e Fe e Cu para micronutrientes no caule das mudas de pinhão manso.

Termos de indexação: oleaginosa, nutrição mineral, oleaginosas.

Dry matter yield, accumulation and distribution of nutrients in physic nut seedlings grown in nutrient solution

Abstract – The objectives of this work were to evaluate the nutritional demands of physic nut seedlings, accumulation and distribution of nutrients in different parts of the plant. The experiment was carried out in greenhouse at the Agronomy Department of UFVJM (Diamantina-MG). The experimental design was completely randomized, with four replications and nine treatments. The treatments consisted of a complete nutritive solution and with omission of N, P, K, Ca, Mg, S, B and Zn, using the missing element technique. Dry matter of the leaf blade, of the petiole, of the complete leaf (leaf blade + petiole), of the stem, of the shoot and of the roots and the nutrient content in dry matter in each part of the physic nut seedlings were evaluated after 100 days. In general, the total accumulation of macronutrients and micronutrients was observed in descending order: N>K>Ca>P>Mg>S and Fe>Cu>Mn>B>Zn, respectively, with bigger accumulation in the complete leaf, occurring an inversion of bigger accumulation between N and K for macronutrientes and Fe and Cu for micronutrients in the stem of the physic nut seedlings.

Index terms: oleaginous, mineral nutrition, oleaginous.

Introdução

O pinhão manso (*Jatropha curcas L.*), embora seja uma planta conhecida e cultivada no continente americano desde a época pré-colombiana, estando disseminada em todas as regiões tropicais e até em algumas áreas temperadas, ainda se encontra em processo de domesticação e, somente nos últimos 30 anos, começou a ser estudada agronomicamente (Saturnino et al., 2005), e ainda carece de muitas informações a respeito de suas exigências nutricionais, dentre outras.

Por se tratar de uma oleaginosa nativa que até então não apresentava serventia, foi esquecida pelos pesquisadores, tendo ficado às margens das pesquisas, quando passou a ser utilizada como planta útil na formação de cercas vivas em áreas com baixas precipitações pluviométricas e em áreas que apresentam barreiras edáficas, como afloramentos rochosos (Saturnino et al., 2005). Com o advento do biodiesel, o pinhão manso passou a ser considerado uma planta com potencial para a produção de óleo, mas existem muitas lacunas sobre as suas características, desenvolvimento e suas necessidades nutricionais.

A produtividade de espécies arbóreas com alto potencial de crescimento é frequentemente limitada por restrições nutricionais e hídricas, sendo imprescindível para o sucesso da implantação dessas espécies em solos marginais o conhecimento dos seus requerimentos nutricionais, o que permitirá a escolha de espécies adequadas a ambientes de baixa fertilidade (Sanginga et al., 1991).

Experimentos com plantas em solução nutritiva têm permitido avanços no conhecimento da nutrição das plantas, pois possibilitam um controle na quantidade de nutrientes, eliminando a heterogeneidade e complexidade de fatores como pH do solo, entre outros (Malavolta, 2006). Embora as relações fundamentais entre nutrição mineral e crescimento sejam as mesmas, tanto para as espécies arbóreas quanto para as demais espécies, o conhecimento básico acerca da necessidade de nutrientes para o crescimento das plantas, da

partição dos nutrientes, bem como o acúmulo nas partes, forma a base da identificação e correção de deficiências nutricionais (Braga et al., 1995).

A quantidade de nutrientes exigida é resultado dos teores no material vegetal e do total de matéria seca produzida. Como a concentração e a produção variam muito, as exigências nutricionais também o fazem (Faquin, 1994). Informações sobre as necessidades nutricionais das plantas são importantes para conhecer sua demanda por nutrientes e para determinar a quantidade correta de fertilizantes a ser empregada, quando o solo não for capaz de suprir essa necessidade (Malavolta et al., 1997; Martinez et al., 1999). A diagnose por subtração, ou técnica do elemento faltante, pode fornecer informações qualitativas acerca dos nutrientes que podem limitar o desenvolvimento das plantas (Carvalho & Lopes, 1998).

Para suprir adequadamente as necessidades nutricionais de qualquer espécie, é necessário, antes, ter conhecimento do efeito que cada nutriente, quando ausente, provoca no seu crescimento e desenvolvimento. O pinhão manso, por ter sido uma planta pouco estudada nas décadas passadas, permanece com grande carência de informações no que diz respeito às suas exigências nutricionais.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar as exigências nutricionais de mudas de pinhão manso, acúmulo e distribuição de nutrientes nas diferentes partes da planta.

Material e métodos

Conduziu-se um experimento em casa de vegetação no Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri UFVJM, em Diamantina/MG, definida geograficamente pelas coordenadas de 18°15' de latitude sul e 43°36' de longitude Oeste e altitude 1.400m.

Inicialmente, as sementes de pinhão manso foram germinadas em bandejas em areia fina, esterilizada em estufa a 50°C, por 48 horas. Após 21 dias da germinação, as mudas foram transplantadas para vasos de adaptação, quando foram submetidas à solução nutritiva

completa de Hoagland & Arnon (1950), diluída para 25% durante 72 horas, somente com macronutrientes. Após esse período, a solução completa de Hoagland e Arnon teve sua concentração aumentada para 50% da concentração, ficando as mudas por período igual de adaptação em aeração constante, por meio de um compressor de ar comprimido. Ao fim da adaptação, as mudas foram transplantadas para os vasos contendo a solução nutritiva com os tratamentos. O transplante definitivo das mudas para o vaso ocorreu quando as mudas possuíam diâmetro médio de 7,8 mm e altura média de 16,5 cm.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela solução completa de Hoagland & Arnon (1950) e por oito soluções com a omissão individual (-N; -P; -K; -Ca; -Mg; -S; -B e -Zn). Os nutrientes foram aplicados na forma de reagentes p.a., diluídos em água deionizada. A unidade experimental constituiu-se de um vaso de 4,0 L com 3,0 L de solução nutritiva com uma planta por vaso.

As plantas receberam aeração constante, por meio de um compressor de ar comprimido durante a fase experimental. Diariamente, a água evapotranspirada foi restituída, usando-se água destilada, ajustando o pH para 6,0. A solução foi renovada a cada 10 dias para reposição dos nutrientes.

Após o período experimental de 100 dias, foi avaliada a massa seca total, que foi dividida em limbo foliar, pecíolo, folha completa (limbo foliar + pecíolo) e caule, que corresponde à parte aérea, e raízes. O material colhido foi seco em estufa de circulação de ar forçada a 65°C até atingir peso constante.

Os teores de macro e micronutrientes no material vegetal foram assim determinados: o teor de nitrogênio total foi determinado pelo método Kjeldahl, segundo Malavolta et al. (1997). No extrato, obtido por digestão nitroperclórica (Malavolta et al., 1997), foram dosados os teores de P, por colorimetria; os de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrofotometria de

absorção atômica; os de K, por fotometria de chama; e os de S total por turbidimetria (Alvarez et al., 2001). O B foi extraído por incineração e determinado por colorimetria de azometina (Malavolta et al., 1997). Os teores foliares foram convertidos em conteúdo de nutrientes na massa seca das diferentes partes das mudas de pinhão manso.

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

Resultado e Discussão

As mudas de pinhão manso submetidas aos tratamentos com omissão de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn) na solução nutritiva apresentaram sintomas visuais de deficiência, quando o teor exigido pela planta para o seu crescimento vegetal ficou abaixo do considerado suficiente para o crescimento adequado. Vários trabalhos mostraram que o efeito da omissão de um nutriente resulta na redução do conteúdo do nutriente na planta e seus sintomas se tornam claramente visíveis. Em caso de deficiência nutricional aguda, a taxa de crescimento e a produção de matéria seca são diretamente afetadas (Faquin, 1994; Marques et al., 2004).

Produção de massa seca

A menor produção de massa seca em folha completa foi observada sob omissão de Ca e K, com redução de 98,48% e 96,04% em relação ao tratamento completo, respectivamente (Tabela 1). O macronutriente Ca apresenta-se como elemento essencial para o crescimento de meristemas, responsável pelo crescimento das mudas, e está presente na sua fração principal nas paredes celulares ou nos vacúolos e organelas, exercendo papel estrutural ao manter a integridade da membrana citoplasmática (Matoh & Kobayashi, 1998). Já o K atua

como ativador enzimático e participa de processos como abertura de estômatos, fotossíntese, transporte de carboidratos e respiração (Leigh & Jones, 1984).

Em relação aos demais tratamentos, observou-se que, para produção de massa seca da folha completa, os tratamentos com omissão P, N, Zn e Mg (Tabela 1) apresentaram, respectivamente, reduções de 93,45%; 90,70%; 67,84% e 60,82% em relação ao tratamento completo. O P desempenha papel importante na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular (Wasaki et al., 2003). Assim, a deficiência de P reduz o processo metabólico, afetando o crescimento das mudas.

A maior produção de matéria seca para folha completa foi observada sob o tratamento no qual se omitiu o S (Tabela 1). Segundo Murray (1959), a carência de S afeta principalmente órgãos, nos quais provoca perturbações metabólicas que dificultam a formação de clorofila, culminando com a paralisação das atividades vegetais. Ressalta-se que a omissão de S não reduziu o crescimento das mudas de pinhão manso, havendo um ganho de 27,74% da massa seca da folha completa em relação ao tratamento completo. Thomas et al. (1943) sugerem que algumas plantas apresentam capacidade de assimilação de outras formas de S, mesmo que de modo pouco eficiente. Resultados semelhantes foram encontrados por Batista et al. (2003), quando a cultura da graviola (*Annona muricata*) apresenta maior produção de matéria seca da folha em tratamentos sob omissão do S, proporcionando maior produção que o tratamento completo.

A produção de massa seca do caule foi reduzida na omissão dos nutrientes, com maior produção no tratamento completo, sendo que a omissão de Ca proporcionou a menor produção de matéria seca (dentre omissões) (Tabela 1), com redução de 96,95% da massa seca em relação ao tratamento completo. O Ca apresenta importância fundamental na integridade estrutural e funcional das membranas e da parede celular, permitindo o vazamento

do conteúdo citoplasmático em caso de deficiência (Jones & Lunt, 1967; Matoh & Kobayashi, 1998).

Reconhecidamente, o B e o Zn são os micronutrientes cujas deficiências são mais corriqueiramente encontradas no Brasil, tanto em culturas anuais quanto perenes (Malavolta, 2006). Por isso foram avaliadas somente as omissões dos micronutrientes B e Zn para mudas de pinhão manso no presente estudo.

O B apresentou a maior produção de massa seca do caule entre os tratamentos com omissão (Tabela 1), apresentando redução de 43,55% em relação ao tratamento completo. O superbrotamento ocorrido aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos provocou a ramificação do caule, ocasionando aumento da massa caulinar, conforme encontrado por Silva et al. (2009) em mudas de pinhão manso. A deficiência de B causa transformações bioquímicas, fisiológicas e anatômicas, algumas delas representando efeitos secundários (Matoh & Kobayashi, 1998). Por causa da rapidez e grande variedade de sintomas que se sucedem após a supressão do B na cultura, determinar a função primária do B parece ser um dos grandes desafios na nutrição mineral de plantas (Blevins & Lukaszewsky, 1998). Dessa forma, o B é o único elemento que não satisfaz o critério direto de essencialidade (Malavolta et al., 1997). Outros sintomas comuns na deficiência de B, muitos podendo ser de origem secundária, são: acúmulo de fenóis e quinonas tóxicas; crescimento irregular do tubo polínico; efeito negativo na fotossíntese; alteração nos níveis de AIA, síntese de RNA e na biossíntese de lignina; morte do meristema apical, além do acúmulo de carboidratos não transportados (Malavolta et al., 1997). Resultado semelhante foi encontrado por Lange et al. (2005) em mamona cultivar Íris.

Seguindo o mesmo comportamento da folha completa, a parte aérea sofreu maior redução na produção de massa seca, quando as mudas de pinhão manso foram submetidas à omissão de Ca (Tabela 1), apresentando decréscimo de 97,46% em relação ao tratamento

completo. A falta de Ca é caracterizada pela redução do crescimento de tecidos meristemáticos, sendo observada, primeiramente, nas extremidades (Matoh & Kobayashi, 1998). Resultados semelhantes foram encontrados por Prado & Leal (2006), na cultura do girassol var. Catissol-01. Segundo Lavres Júnior et al. (2005), características semelhantes foram encontradas para a mamona cultivar Íris.

A produção de massa seca do sistema radicular das mudas de pinhão manso foi severamente afetada pela omissão de Ca e de K, sendo que o tratamento no qual houve a omissão de S apresentou a maior produção de massa seca, semelhantemente ao que ocorreu em outras partes das plantas (Tabela 1). Os tratamentos com omissão Ca e K apresentaram reduções de produção de matéria seca da raiz de 98,49 e 96,07%, respectivamente, em relação ao tratamento completo. Resultados similares foram encontrados por Marques et al. (2004) em crescimento inicial de paricá (*Schizolobium amazonicum*), quando as plantas sob omissão de Ca sofreram redução no crescimento do sistema radicular em função da baixa translocação do Ca na planta, uma vez que os sintomas de deficiência do nutriente ocorrem nos pontos de crescimento da parte aérea e raiz, afetando a expansão celular.

As mudas de pinhão manso apresentaram elevada exigência nutricional, apresentando melhor resposta de massa seca total sob tratamento completo (Tabela 1). A produção de massa seca total apresentou diferenças significativas em relação a todos os tratamentos com omissão. As omissões de Ca, K e P apresentaram menores produções de matéria seca em relação ao tratamento completo na ordem de 97,61%; 95,17% e 93,56%, respectivamente. De acordo com Prado & Vidal (2008), a omissão de Ca reduziu significativamente o crescimento das plantas de milho (*Pennisetum thiphoideum*), promovendo diminuição significativa na produção total de massa seca em relação ao completo.

Acúmulo de nutrientes na massa seca

Os maiores acúmulos de nutrientes nas diferentes partes estudadas das mudas de pinhão manso ocorreram de forma a acompanhar as maiores produções de massa seca (Tabelas 1 a 5). O Fe apresentou maior concentração no sistema radicular da mudas de pinhão manso (Tabela 5).

Na parte aérea, o maior acúmulo de nutriente foi observado na folha completa, mesmo havendo menor produção de massa seca em relação ao caule (Tabela 2). Isso é explicado pelo fato de a maioria dos nutrientes apresentarem boa mobilidade dentro da plantas, sendo transportados, via xilema, pela água até às folhas para participarem do processo fotossintético (Taiz & Zeiger, 2004), vital para o crescimento adequado de todas as mudas, inclusive as mudas de pinhão manso.

O maior conteúdo de nutrientes foi observado no limbo foliar das mudas de pinhão manso, em comparação ao pecíolo, proporcionalmente à massa seca de cada parte da folha completa (Tabelas 1 e 2).

As mudas de pinhão manso submetidas à omissão do N apresentaram redução de crescimento e diminuição na produção de folhas. Entretanto, em função das diferenças na produção de matéria seca dos tratamentos (Tabela 1), houve diferença entre o acúmulo de N nas partes da folha (Tabelas 2 e 3).

Os maiores acúmulos de N ocorreram na folha completa, sob influência do tratamento no qual se omitiu o S (Tabela 2), apresentando ganhos de 20,75% de N em comparação ao tratamento completo. Esse fato reflete a maior produção de matéria seca desses tratamentos em relação aos demais. Os menores acúmulos de N foram observados nas raízes sob tratamentos nos quais se omitiram os nutrientes Ca, N, K, P e Mg (Tabela 3), com redução de acúmulo, quando comparados ao tratamento completo de 97,98%, 95,55%, 93,95%, 92,95% e 87,24%, respectivamente.

O N foi o nutriente que apresentou maior concentração em todas as partes das mudas (Tabelas 2 e 3). O pinhão manso é uma planta que apresenta elevada taxa de crescimento, sendo o N essencial para a assimilação de carbono e formação de novas partes na planta (Taiz & Zeiger, 2004).

O acúmulo de P foi afetado pela omissão dos nutrientes (Tabelas 2 e 3). Os maiores acúmulos de P foram observados na folha completa, sob a influência dos tratamentos completos e nos quais se omitiu Zn (Tabela 2). O P favoreceu o adequado crescimento das plantas e refletiu o aumento de massa seca (Tabela 1). O P e Zn são nutrientes que possuem inibição não competitiva no processo de absorção radicular (Malavolta et al., 1997). Portanto, a falta de Zn facilitou a absorção do P. Porém se observa que o tratamento com omissão de Zn produziu baixa quantidade de matéria seca (Tabela 1), promovendo efeito de concentração do P no limbo foliar e folha completa (Malavolta et al., 1997).

As menores concentrações de P foram observadas nos tratamentos nos quais se omitiram os nutrientes K, N e Ca, além do próprio nutriente (Tabela 2). Entre as partes da planta, o pecíolo foi o que apresentou as menores concentrações, em decorrência da baixa produção de massa seca. Sob omissão desses nutrientes, as mudas apresentaram redução de 99,30%; 99,12% e 97,89% na região do pecíolo, respectivamente.

O maior acúmulo de K foi observado na folha completa de plantas que sofreram a omissão do S, e não diferiu significativamente do tratamento com omissão B (Tabela 2). O acúmulo de K, quando houve a omissão de S, foi 90,87% maior ao encontrado no tratamento completo. Os elevados acúmulos de K no tratamento quando se omitiu o S foram decorrentes das elevadas produções de matéria seca produzidas pela folha completa. Quando ocorreu a omissão do B, o teor de massa seca foi intermediário (Tabela 1), mostrando haver um efeito de concentração do K (Tabelas 2).

Os menores acúmulos K foram observados no sistema radicular nos tratamentos nos quais se omitiram os elementos K e Ca (Tabela 3), em função da baixa produção de matéria seca das raízes submetidas a deficiências desses nutrientes. Além disso, a concentração dos nutrientes tende a ser pequena quando há omissão do K. O K possui papel importante, atuando no transporte de fotoassimilados no floema (Rodríguez-Navarro & Rubio, 2006). A deposição de biomassa é acompanhada, necessariamente, pelo acúmulo de K. Além disso, esse é um nutriente requerido na ativação de várias enzimas essenciais à síntese de compostos orgânicos (Leigh & Jones, 1984; Marengo & Lopes, 2005).

A omissão de Ca ocasionou uma redução no conteúdo desse nutriente em todas as partes das mudas de pinhão manso, quando comparados aos demais tratamentos (Tabelas 2 e 3), sendo os menores valores encontrados na folha completa (Tabela 2). Houve uma redução de acúmulo de Ca na folha completa de 99,78% em relação ao tratamento completo.

O menor acúmulo de Ca, de forma geral, foi observado nas diferentes partes das mudas de pinhão manso, quando essas foram submetidas à omissão de P, K, N e ao próprio elemento (Tabelas 2 e 3). O pecíolo foi a parte da planta que apresentou os menores conteúdos sob esses tratamentos (Tabela 2), com reduções de 99,74%; 99,57%; 96,85% e 99,87% quando submetidos às omissões de P, K, N e Ca, respectivamente, em relação ao tratamento completo. Isso é em função da baixa produção de massa seca apresentada pelas mudas quando submetidas a esses tratamentos.

Os maiores acúmulos de Ca na folha completa foram observados no tratamento completo e no qual se omitiu o S (Tabela 2). A omissão do S não apresentou limitação ao crescimento das plantas, pois os tratamentos apresentaram adequado crescimento e elevada taxa de produção de matéria seca (Tabela 1).

Os menores acúmulos de Mg foram obtidos no pecíolo sob omissão do P, K, Mg, Ca e N (Tabela 2), tendo em vista as baixas produções de matéria seca do pecíolo de pinhão manso submetido a esses tratamentos (Tabela 1).

Sob influência do tratamento no qual se omitiu o S, a folha completa foi a parte da planta que obteve maior concentração de Mg (Tabela 2), com valor de 62,65% maior ao encontrado no tratamento completo na mesma parte das mudas (Tabela 2). Tal tratamento demonstrou que o S não é um elemento limitante ao adequado crescimento das mudas de pinhão manso, uma vez que, sob esse tratamento, foram encontrados os maiores resultados em obtenção de matéria seca, principalmente nas folhas e raízes (Tabela 1).

O maior acúmulo de S foi observado na folha completa e no caule das mudas que foram submetidas ao tratamento completo (Tabela 2), porém não difere significativamente do tratamento submetido à omissão de S na folha completa sob tratamento completo e sob a omissão do próprio nutriente (Tabela 2). Algumas plantas são capazes de absorver, pelas suas folhas, o S nas formas do SO_4^{-2} e também o SO_2 do ar, ainda que de modo pouco eficiente (Thomas et al., 1943; Malavolta et al., 1997), o que explicaria o elevado conteúdo de S mesmo quando a muda foi submetida à omissão desse elemento.

O elevado acúmulo do S no caule (Tabela 2) decorreu da grande quantidade de massa seca produzida por essa parte em relação à massa seca produzida pela folha completa (Tabela 1). A omissão de S favoreceu a produção de massa seca, o que foi refletido no maior acúmulo desse elemento em comparação aos demais tratamentos na folha completa (Tabela 2), mostrando o feito de concentração na folha completa submetida ao tratamento completo, que, mesmo produzindo menor quantidade de massa seca, apresentou resultados semelhantes ao caule (Tabelas 2 e 3).

Segundo Simon-Sylvestre (1960), não parece haver “alimentação de luxo” com respeito ao S, isto é, as plantas não acumulam mais do que necessitam. Isso explicaria o baixo conteúdo de S nas mudas de pinhão manso em relação aos demais macronutrientes (Tabela 2).

Os maiores conteúdos de B foram observados em tratamentos nos quais houve a omissão do S (Tabela 4), em função da elevada produção de matéria seca presente nesse tratamento. Porém, a matéria seca da folha completa, mesmo sendo menor a do caule em 49,96%, apresentou concentração de B de 7,7% mais elevada, demonstrando efeito concentração.

Os menores acúmulos de B foram encontrados no pecíolo das mudas de pinhão manso sob tratamentos nos quais se omitiu K, P, Ca e N (Tabela 4). Esses resultados refletem a baixa produção de massa seca do pecíolo sob tais omissões, apresentando reduções de 99,80; 98,70%; 98,55% e 96,10% em relação ao tratamento completo, respectivamente.

Os maiores acúmulos de Cu foram observados no caule das mudas de pinhão manso submetidas ao tratamento completo e omissão do B (Tabela 4), decorrente da grande quantidade de matéria seca produzida nos dois tratamentos (Tabela 1).

O tratamento submetido à omissão de B promoveu a morte da gema apical das mudas, que ocorreu aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos, promovendo encurtamento do caule e aumento do diâmetro por meio do aumento das células (Matoh & Kobayashi, 1998), o que explica a elevada produção de matéria seca e, conseqüentemente, o elevado conteúdo de Cu no caule (Tabela 4). Segundo Dordas et al. (2001), a redistribuição de Cu é geralmente muito baixa, embora seja bastante variável entre espécies, e é fortemente afetada pela fenologia da planta.

O Fe demonstrou ser o micronutriente encontrado em conteúdos mais elevados em todas as partes das mudas de pinhão manso (Tabelas 4 e 5). Pode-se constatar a baixa redistribuição do Fe, decorrente da elevada concentração desse nutriente no sistema radicular,

em detrimento da parte aérea (Tabela 5). De acordo com Dechen et al. (1991), o Fe não é facilmente transportado nos tecidos e, por isso, o baixo acúmulo desse nutriente ocorre na parte aérea.

Os maiores acúmulos de Fe foram observados no sistema radicular das mudas de pinhão manso que sofreram a omissão de S e que foram submetidas ao tratamento completo (Tabela 5). Observou-se que no tratamento com omissão de S, houve uma redução no conteúdo de Fe de 1,34% em comparação ao tratamento completo, mesmo o tratamento no qual se omitiu o S, apresentando uma quantidade de matéria seca superior ao tratamento completo, demonstrando um efeito diluição do nutriente.

Os maiores acúmulos de Mn foram observados na folha completa de mudas de pinhão manso que foram submetidas ao tratamento completo (Tabela 4). A massa seca do pecíolo submetido aos tratamentos com omissão de P, Ca, K e N apresentaram menores acúmulos desse nutriente, não sendo observadas diferenças significativas entre esses tratamentos (Tabela 4). As reduções, quando comparadas ao tratamento completo, foram de 99,20%; 99,11%; 98,83% e 89,80%, respectivamente. A redução do acúmulo de Mn nos pecíolos de mudas de pinhão manso submetidas aos tratamentos com omissão de P, Ca, K e N ocorreram em decorrência da baixa produção de matéria seca.

Nos tratamentos que tiveram a omissão do S e do Zn, a folha completa apresentou maior acúmulo de Mn em relação aos demais tratamentos, com exceção do tratamento completo (Tabela 4). O maior acúmulo de Mn nas mudas de pinhão manso submetidas à omissão do S foi em decorrência da elevada produção de matéria seca proporcionada pela falta desse elemento. A omissão do Zn favorece a absorção do Mn por possuir propriedades químicas semelhantes, provocando competição catiônica (Malavolta et al., 1997), o que favoreceu o maior conteúdo de Mn.

Os maiores acúmulos de Zn foram observados na folha completa, não havendo diferença significativa entre os tratamentos com omissão de S e o tratamento completo (Tabela 4). Esse fato reflete a maior produção de matéria seca desses tratamentos em relação aos demais (Tabela 1).

Os menores acúmulos de Mn foram observados no pecíolo das mudas de pinhão manso nos tratamentos com omissão de K, P, Ca e N, com redução de acúmulo, quando comparado ao tratamento completo de 99,82%; 99,23%; 98,96% e 97,43%, respectivamente.

De forma geral, os maiores e os menores acúmulos de nutrientes foram observados na folha completa e no pecíolo, respectivamente, das mudas de pinhão manso (Tabelas 2 a 5), tendo a influência direta da massa seca (Tabela 1) sobre os conteúdos dos nutrientes.

Distribuição dos nutrientes no tratamento completo

A maior concentração de massa seca nas mudas de pinhão manso sob tratamento completo foi constatada no caule com 57,02% da produção de matéria seca total (Tabela 6). O pecíolo foi a parte da planta que apresentou a menor concentração de massa seca com valores de 6,07% do total encontrado nas mudas de pinhão manso (Tabela 6).

As mudas de pinhão manso apresentaram maior concentração dos macronutrientes na parte aérea em relação à raiz (Tabela 6). Os nutrientes N, P, Ca e Mg apresentaram seus maiores acúmulos na folha completa com 47,3%, 49,7%, 52,3% e 57,5% e, dessa parte das mudas, 42,1, 44,1, 42,6 e 53,0% são oriundos do limbo foliar, respectivamente.

As folhas são os órgãos vegetativos responsáveis pela fotossíntese, respiração, transpiração das plantas, capazes de transformar os nutrientes que chegam através das nervuras em fotoassimilados para as plantas, por isso boa parte dos nutrientes se encontram reservados na folha (Taiz & Zeiger, 2004).

O K e S apresentaram as maiores concentrações na região do caule, representando 56,2 e 37,5% do total acumulado nas mudas de pinhão manso (Tabela 6). Essa espécie, por ser uma planta característica de regiões áridas e de solos marginais, é capaz de resistir às condições de estresse hídrico e a solos de baixa fertilidade. O caule do pinhão manso se apresenta como um órgão de reserva no qual os nutrientes e a água absorvida no período das chuvas são armazenados para quando a planta entrar no período de senescência, com a finalidade de sobrevivência.

O menor acúmulo dos macronutrientes foi observado no pecíolo das folhas, quando o acúmulo de Ca foi o maior entre os valores acumulados no pecíolo, com 9,8% do total, enquanto o K apresentou a menor concentração com 1,2% na região do pecíolo (Tabela 6).

Todos os micronutrientes apresentaram maior concentração na parte aérea, exceto o Fe, que demonstrou um acúmulo de 77,2% no sistema radicular. O B, Mn e Zn apresentaram maior acúmulo na folha completa, com 57,8, 69,4 e 45,0%, respectivamente, do total de cada um desses nutrientes, dos quais 51,2, 65,4 e 40,2% são provenientes do limbo foliar. Já o Cu apresentou maior acúmulo na região do caule, com 55,5% do total, quando a parte aérea concentrou 72,9% do Cu (Tabela 6).

O acúmulo de macronutrientes ocorre nas partes das mudas de pinhão manso na seguinte ordem: limbo foliar – N>K>Ca>P>Mg>S; pecíolo – N>Ca>P>K>Mg>S; folha completa – N>Ca>K>P>Mg>S; caule – K>N>Ca>P>S>Mg; parte aérea – N>K>Ca>P>Mg>S e raízes – N>K>Ca>S>P>Mg.

Em relação aos micronutrientes, o acúmulo nas mudas de pinhão manso em diferentes partes ocorreu na sequência: limbo foliar – Fe>Mn>Cu>B>Zn; pecíolo – Fe>B>Mn>Zn>Cu; folha completa – Fe>Mn>Cu>B>Zn; caule – Cu>Fe>Mn>B>Zn; parte aérea – Fe>Cu>Mn>B>Zn e raízes – Fe>Cu>Zn>Mn>B.

De maneira geral, o acúmulo total de macronutrientes e micronutrientes em mudas de pinhão manso comportou da seguinte forma na ordem decrescente: N>K>Ca>P>Mg>S e Fe>Cu>Mn>B>Zn. Resultados semelhantes foram encontrados por Lavres Junior et al. (2005), para os macronutrientes na seguinte ordem decrescente: N>K>Ca>Mg>P>S para cultura da mamona cultivar Íris.

Segundo Malavolta et al. (1997), a maioria das culturas, de forma geral, obedece à ordem de exigência de macronutrientes e micronutrientes: N> K>Ca>Mg>P≈S e Fe>Mn>Zn>Cu>B>Mo, respectivamente.

Conclusões

1. As mudas de pinhão manso se mostraram altamente exigentes em nutrientes, sendo o S o nutriente que apresentou menor acúmulo.
2. Quando as mudas de pinhão manso foram submetidas à omissão de Ca e K, foram constatadas as menores taxas de produção de massa seca.
3. A folha completa (limbo foliar + pecíolo), de forma geral, apresenta os maiores acúmulos de nutrientes entre as partes das mudas de pinhão manso, na seguinte sequência: N>Ca>K>P>Mg>S para macronutrientes e Fe>Mn>Cu>B>Zn para micronutrientes.
4. O N é o nutriente que apresentou maiores acúmulos entre as partes das mudas, exceto no caule, no qual houve uma inversão entre o N e K.
5. O Fe é o micronutriente que apresentou maior concentração nas partes das mudas, com inversão de concentrações entre o Fe e o Cu na massa seca do caule.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pelo auxílio financeiro; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de mestrado e à Universidade

Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pela infraestrutura necessária para condução do experimento.

Referências

ALVAREZ, V.V.H.; RIBEIRO JUNIOR, E.S.; SOUZA, R.B. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas**. Viçosa: UFV, 2001.131p.

BATISTA, M.M.F.; VIÉGAS, I.J.M.; FRAZÃO, D.A.C.; THOMAZ, M.A.A.; SILVA, R.C.L. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em gravioleiras (*Annona muricata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 25, p. 315-318, 2003.

BLEVINS D.G.; LUKASZEWSKI K.M. Boron in plant structure and function. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.49, p. 481-500, 1998.

BRAGA, F.A; VALE, F.R. do; VENTORIN, N.; AUBERT, E.; LOPES, G.A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, v.19, p.18-31, 1995.

CARVALHO, J.G.; LOPES, A.S. **Métodos de diagnose da fertilidade do solo e de avaliação do estado nutricional das plantas**. Lavras: ESAL, 1998. 116p.

DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A de C. Funções dos micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. p. 65-78.

DORDAS, C.; SAH, R.; BROWN, P.H.; ZENG, Q.; HU, H. Remobilização de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B.; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 43-69.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227p.

HOAGLAND, D.; ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. **California Agriculture Experimental Station Circular**, 1950. 347p.

JONES, R.G.W.; LUNT, O.R. The function of calcium in plants. **The Botanical Review**, v.33, n.4, p.407-426, 1967.

LANGE, A.; MARTINES, A.M.; SILVA, M.A.C. da; SORREANO, M.C.M.; CABRAL, C.P.; MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.61-67, 2005.

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.

LEIGH, R.A.; JONES, R.G.W. A hypothesis relating critical potassium concentrations for growth and functions of this ion in the plant. **New Phytologist**, v.97, n.1, p.1-13, 1984.

MALAVOLTA, E. Diagnose foliar. In: MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. p. 568-631.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 451p.

MARQUES, T.C.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**, v.10, p.184-195, 2004.

MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G. de; SOUZA, R.B. de. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.V.H. **Recomendações para o uso de**

corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5^a Aproximação. Viçosa, CFSMG, 1999. p.143-168.

MATOH, T.; KOBAYASHI, M. Boron and calcium, essential inorganic constituents of pectic polysaccharides in higher plant cell walls. **Journal of Plant Research**, v.11, n.1, p.179-190, 1998.

MURRAY, D.B. Deficiency of the major elements in the banana. **Tropical Agriculture**, London, v. 36, p.100-107. 1959.

PRADO, R.M.; LEAL, R.M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. catissol-01. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 187-193. 2006.

PRADO, R.M.; VIDAL, A.A. Efeito da omissão de macronutrientes em solução nutritiva sobre o crescimento e a nutrição do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, p. 208-214. 2008.

RODRÍGUEZ-NAVARRO, A.; RUBIO, F. High-affinity potassium and sodium transport systems in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.57, n.5, p. 1149-1160, 2006.

SANGINGA, N.; GWAJE, D.; SWIFT, M.J. Nutrient requirements of exotic tree species in Zimbabwe. **Plant and soil**, v. 132, p. 197-205, 1991.

SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Produção de oleaginosas para biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p. 86-96, 2005.

SILVA, E.B.; TANURE, L.P.P.; SANTOS, S.R.; RESENDE JÚNIOR, P.S. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.4, p.392-397, 2009.

SIMON-SYLVESTRE, G. Lês composés du soufree Du sol et leur evolution-rapports avec la microflore, utilisation par les plantes. **Annals Agronomy**, v. 3, p.311-332, 1960.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

THOMAS, M.D.; HENDRICKS, R.H.; COLLOI, T.R.; HILL, G.R. The utilization of sulfate and sulfur dioxide for the sulfur nutrition of alfafa. **Plant Physiol**, Londrina, v. 18, p.345-371. 1943.

WASAKI, J.; YONETANI, R.; KURODA, S.; SHINANO, T.;YAZAKI, J.; FUJII, F.; SHIMBO, K.; YAMAMOTO, K.; SAKATA, K.; SASAKI, T.; KISHIMATO, N.; KIKUCHI, S.; YAMAGISHI, M.; OSAKI, M. Transcriptomic analysis of metabolic changes by phosphorus stress in rice plant roots. **Plant Cell and Environment**, v.26, p.1515-1523, 2003.

Tabela 1. Produção de massa seca (g) das partes (limbo foliar, pecíolo, folha completa, caule), parte aérea, raízes e total de mudas de pinhão manso em função dos tratamentos.

Tratamento	Limbo foliar	Pecíolo	Folha completa	Caule	Parte aérea	Raízes	Total
Completo	5,17 b	1,39 a	6,56 b	13,11 a	19,67 a	3,31 b	22,98 a
-N	0,52 f	0,09 d	0,61 f	2,23 e	2,84 f	0,51 e	3,35 e
-P	0,42 f	0,01 d	0,43 f	0,67 f	1,1 g	0,38 e	1,48 f
-K	0,25 g	0,01 d	0,26 g	0,72 f	0,98 g	0,13 f	1,11 f
-Ca	0,08 g	0,02 d	0,10 g	0,40 g	0,5 h	0,05 f	0,55 f
-Mg	2,29 d	0,27 c	2,57 d	0,91 f	3,48 e	0,51 e	3,99 e
-S	6,92 a	1,45 a	8,38 a	6,92 c	15,3 b	3,48 a	18,78 b
-B	4,40 c	1,25 b	5,80 c	7,40 b	13,2 c	2,36 c	15,56 c
-Zn	1,80 e	0,31 c	2,11 e	4,48 d	6,59 d	1,46 d	8,05 d
Média	2,42	0,53	4,56	4,94	7,07	1,27	8,43
CV (%)	6,82	15,63	2,98	4,09	4,43	18,45	8,43

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5%.

Tabela 2. Acúmulo de macronutrientes (mg vaso⁻¹) em várias partes da parte aérea de mudas de pinhão manso em função dos tratamentos.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
..... Limbo foliar.....						
Completo	224,88 b	44,06 a	109,06 b	102,33 a	35,32 b	14,61 a
-N	12,48 e	1,04 c	23,85 e	14,83 e	5,80 e	1,68 d
-P	15,16 e	0,56 c	32,32 e	7,56 f	2,73 f	2,28 d
-K	14,00 e	3,42 c	21,45 e	8,93 f	2,53 f	1,42 d
-Ca	8,00 e	1,08 c	2,25 f	0,24 g	0,62 f	0,29 e
-Mg	102,08 d	18,64 b	67,47 c	37,24 d	1,54 f	5,84 c
-S	293,86 a	23,62 b	178,11 a	105,77 a	58,30 a	12,27 b
-B	198,72 c	20,02 b	161,94 a	75,13 b	25,11 c	6,67 c
-Zn	106,90 d	44,86 a	42,28 d	61,78 c	20,39 d	2,74 d
Média	108,45	17,47	70,96	45,97	16,92	5,30
CV (%)	8,38	20,56	19,90	8,83	13,00	14,48
..... Pecíolo						
Completo	27,95 a	5,68 b	4,33 e	23,48 b	3,02 b	1,80 b
-N	0,90 f	0,05 e	1,20 f	0,74 e	0,29 d	0,08 e
-P	0,25 f	0,00 e	0,23 f	0,06 e	0,02 d	0,02 e
-K	0,40 f	0,04 e	0,25 f	0,10 e	0,03 d	0,02 e
-Ca	1,10 f	0,12 e	0,25 f	0,03 e	0,07 d	0,03 e
-Mg	4,95 e	2,88 d	22,63 c	12,23 d	0,05 d	0,69 d
-S	19,95 c	8,86 a	38,35 b	19,44 c	4,07 a	4,92 a
-B	22,92 b	5,80 b	41,28 a	27,06 a	3,11 b	1,40 c
-Zn	6,82 d	4,04 c	19,79 d	11,04 d	0,81 c	0,75 d
Média	9,46	3,05	14,25	10,46	1,27	1,07
CV (%)	10,87	11,06	7,33	16,75	19,87	6,63
..... Folha completa.....						
Completo	252,83 b	49,74 a	113,40 b	125,81 a	38,34 b	16,40 a
-N	13,38 e	1,09 d	25,05 e	15,57 e	6,09 e	1,77 e
-P	15,41 e	0,56 d	32,54 e	7,62 e	2,75 f	2,29 d
-K	14,40 e	3,46 d	21,70 e	9,03 e	2,55 f	1,43 e
-Ca	9,10 e	1,20 d	2,50 f	0,27 f	0,69 f	0,32 f
-Mg	107,03 d	21,52 c	90,09 c	49,46 d	1,60 f	6,52 c
-S	305,30 a	31,48 b	216,45 a	125,20 a	62,36 a	17,18 a
-B	221,63 c	25,81 c	203,21 a	102,18 b	28,22 c	8,07 b
-Zn	113,72 d	48,90 a	62,06 d	72,81 c	21,20 d	3,48 d
Média	116,97	20,41	85,22	56,43	18,19	6,38
CV (%)	8,56	18,61	16,22	9,10	12,90	12,98
..... Caule						
Completo	170,18 b	38,40 a	202,53 a	82,37 b	17,20 b	17,98 a
-N	16,14 f	9,28 d	64,07 d	27,47 e	9,17 d	6,49 e
-P	18,33 f	0,76 f	24,17 e	5,14 g	2,52 e	3,01 g
-K	36,20 d	10,05 d	10,23 e	14,46 f	8,04 d	3,98 f
-Ca	25,60 e	2,37 f	28,80 e	0,65 g	2,77 e	2,07 g
-Mg	24,61 e	5,81 e	19,65 e	22,67 e	0,83 e	10,16 c
-S	293,86 a	23,99 b	191,13 a	106,49 a	58,66 a	12,27 b
-B	107,31 c	24,86 b	114,84 b	48,28 c	13,09 c	8,74 d
-Zn	101,07 c	16,91 c	87,54 c	35,38 d	9,84 d	10,44 c
Média	88,14	14,71	82,54	38,09	13,56	8,34
CV (%)	6,35	15,79	13,27	15,05	13,22	9,1

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5%.

Tabela 3. Acúmulo de macronutrientes (mg vaso⁻¹) na parte aérea, raízes e total de mudas de pinhão manso em função dos tratamentos.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
..... Parte aérea						
Completo	423,01 b	88,14 a	315,92 b	208,18 b	55,54 b	34,38 a
-N	29,52 g	10,36 e	89,11 e	43,05 f	15,26 e	8,25 e
-P	33,74 g	1,32 f	56,70 f	12,75 g	5,27 f	5,30 f
-K	50,60 f	13,51 e	31,93 g	23,49 g	10,59 e	5,41 f
-Ca	34,70 g	3,57 f	31,25 g	0,91 h	3,26 f	2,39 g
-Mg	131,64 e	27,32 d	109,74 d	72,13 e	2,43 f	16,69 c
-S	599,16 a	55,46 c	397,54 a	231,69 a	121,02 a	29,45 b
-B	328,94 c	50,67 c	318,05 b	150,45 c	41,31 c	16,81 c
-Zn	214,79 d	65,81 b	149,60 c	108,19 d	31,03 d	13,92 d
Média	205,12	35,12	166,65	10,62	12,78	14,73
CV (%)	4,93	9,97	5,41	94,53	31,74	9,73
..... Raízes						
Completo	111,57 a	11,88 b	44,43 c	32,24 a	11,11 b	13,56 a
-N	4,97 d	3,26 d	17,74 d	1,97 e	2,64 d	3,36 d
-P	7,87 d	0,57 e	12,24 d	0,60 e	0,53 f	2,42 d
-K	6,75 d	1,48 e	0,74 e	0,39 e	0,41 f	1,04 e
-Ca	2,25 d	0,33 e	0,80 e	0,64 e	0,25 f	0,28 e
-Mg	14,24 d	3,59 d	21,80 d	2,72 e	1,25 e	3,44 d
-S	116,71 a	28,57 a	104,72 a	22,05 b	13,94 a	7,48 b
-B	67,57 b	2,46 e	75,38 b	11,59 c	6,66 c	5,87 c
-Zn	42,34 c	5,60 c	54,28 c	6,86 d	6,20 c	4,66 c
Média	41,58	6,41	36,9	8,78	4,77	4,67
CV (%)	9,4	11,23	19,05	15,93	5,95	18,19
..... Total						
Completo	534,43 b	100,02 a	360,35 c	240,41 a	66,65 b	47,88 a
-N	34,48 g	13,62 f	106,85 f	45,01 e	17,90 e	11,61 d
-P	41,61 g	1,88 g	68,93 g	12,82 f	5,80 g	7,71 d
-K	57,35 f	14,98 f	32,67 h	23,87 f	10,99 f	6,44 d
-Ca	36,95 g	3,90 g	32,10 h	1,55 f	3,71 g	2,67 d
-Mg	145,88 e	30,91 e	131,43 e	74,85 d	3,67 g	20,13 b
-S	715,74 a	84,03 b	502,04 a	253,73 a	134,95 a	36,93 c
-B	396,51 c	53,13 d	393,43 b	162,04 b	47,97 c	22,67 b
-Zn	257,13 d	71,41 c	203,71 d	115,05 c	37,23 d	18,57 b
Média	246,67	41,54	203,49	103,25	36,53	19,40
CV (%)	4,49	12,71	6,09	11,09	10,28	20,12

Parte aérea = folha completa + caule e Total = Parte aérea + raízes. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5%.

Tabela 4. Acúmulo de micronutrientes ($\mu\text{g vaso}^{-1}$) em várias partes da parte aérea de mudas de pinhão manso em função dos tratamentos.

Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
..... Limbo foliar.....					
Completo	307,74 b	433,60 c	2287,24 a	518,70 a	186,08 a
-N	30,95 f	119,29 d	126,88 e	65,94 e	11,44 f
-P	74,84 e	3,30 e	952,24 c	38,29 e	24,10 e
-K	6,60 f	2,13 e	80,00 e	32,38 e	3,75 f
-Ca	4,76 f	0,80 e	29,60 e	2,60 f	2,00 f
-Mg	120,55 d	679,85 a	802,05 c	207,45 d	70,05 d
-S	436,20 a	29,77 e	1990,84 b	331,19 b	167,46 b
-B	111,10 d	510,72 b	1007,12 c	250,14 c	120,06 c
-Zn	142,42 c	560,29 b	555,15 d	316,09 b	16,30 e
Média	137,23	259,97	870,12	195,86	66,80
CV (%)	13,03	21,07	15,34	12,67	14,52
..... Pecíolo					
Completo	40,05 a	2,79 d	193,65 b	32,44 a	22,17 b
-N	1,56 e	5,99 b	6,37 e	3,31 c	0,57 e
-P	0,52 e	0,03 f	7,06 e	0,26 c	0,17 e
-K	0,08 e	0,02 f	0,93 e	0,38 c	0,04 e
-Ca	0,58 e	0,09 f	3,33 e	0,29 c	0,23 e
-Mg	33,54 b	1,19 e	48,00 d	29,44 b	11,88 d
-S	39,01 a	4,09 c	254,23 a	27,40 b	28,06 a
-B	18,00 d	6,83 a	194,32 b	33,13 a	17,36 c
-Zn	23,70 c	1,55 e	57,96 c	35,44 a	2,12 e
Média	17,44	2,50	85,09	18,00	9,17
CV (%)	13,95	13,60	5,88	13,30	20,64
.....Folha completa.....					
Completo	347,78 b	465,19 c	2470,89 a	551,14 a	208,25 a
-N	32,50 f	125,28 d	133,25 g	69,25 e	12,01 e
-P	75,36 e	3,33 e	958,80 d	38,55 f	24,27 d
-K	6,67 f	2,15 e	80,93 h	32,75 f	3,79 e
-Ca	5,34 f	0,89 e	32,93 h	2,89 f	2,23 e
-Mg	154,08 c	735,92 a	847,05 e	236,88 d	81,92 c
-S	475,21 a	33,36 e	2210,07 b	358,59 b	195,52 a
-B	129,10 d	567,47 b	1181,44 c	283,26 c	137,42 b
-Zn	166,11 c	561,84 b	610,11 f	351,53 b	18,42 d
Média	64,35	104,38	527,44	93,76	26,60
CV (%)	7,13	12,91	7,75	19,62	11,21
..... Caule					
Completo	251,34 b	1389,00 a	1021,80 b	143,74 c	119,80 b
-N	61,40 d	529,35 d	442,32 d	204,12 b	28,57 e
-P	14,63 e	547,10 d	230,15 e	71,75 e	18,80 f
-K	29,00 e	837,30 c	170,78 e	48,24 e	11,00 f
-Ca	69,16 d	305,69 e	267,69 e	10,15 f	16,92 f
-Mg	30,86 e	301,10 e	230,66 e	105,95 d	75,21 d
-S	441,20 a	29,99 f	2026,99 a	338,42 a	168,18 a
-B	117,12 c	1339,18 a	663,97 c	138,36 c	96,39 c
-Zn	98,01 c	1048,85 b	491,46 d	210,43 b	32,76 e
Média	123,63	703,06	616,20	141,23	63,06
CV (%)	11,72	10,69	10,98	14,16	13,46

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5%

Tabela 5. Acúmulo de micronutrientes ($\mu\text{g vaso}^{-1}$) na parte aérea, raízes e total de mudas de pinhão manso em função dos tratamentos.

Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
..... Parte aérea					
Completo	594,36 b	1817,195 a	3456,745 b	682,435 a	314,015 b
-N	91,8 f	643,98 e	566,83 f	266,245 e	39,725 e
-P	88,605 f	535,48 f	1143,845 d	108,695 f	41,13 e
-K	34,325 h	833,395 d	247,345 h	79,62 g	14,23 f
-Ca	73,26 g	292,67 g	294,2 g	12,56 h	18,085 f
-Mg	177,41 e	1016,735 c	1038,745 e	335,765 d	150,4 d
-S	906,04 a	56,165 h	4227,06 a	688,375 a	355,245 a
-B	244,96 d	1852,345 a	1821,62 c	411,96 c	226,63 c
-Zn	259,06 c	1600,225 b	1079,12 e	527,31 b	47,69 e
Média	274,42	960,91	1541,72	345,88	134,12
CV (%)	2,10	2,96	1,96	4,49	5,62
..... Raízes					
Completo	2,19 f	678,71 b	11868,00 a	98,77 a	135,20 b
-N	147,73 a	793,77 a	2240,43 c	64,04 b	14,92 d
-P	19,78 e	221,02 d	2606,21 c	24,99 d	33,35 c
-K	19,50 e	96,04 e	965,59 d	6,94 e	9,12 d
-Ca	4,96 f	16,53 e	242,48 d	2,19 e	3,12 d
-Mg	36,63 d	509,32 c	1773,68 c	52,03 c	122,08 b
-S	133,23 b	449,24 c	11709,33 a	103,40 a	193,45 a
-B	83,82 c	560,31 c	5500,72 b	68,19 b	144,03 b
-Zn	46,60 d	292,20 d	2072,62 c	75,32 b	32,01 c
Média	54,93	401,90	4331,00	55,09	76,36
CV (%)	11,11	10,50	13,05	7,38	12,62
..... Total					
Completo	596,755 b	2454,285 a	15175,35 b	773,01 b	457,68 b
-N	235,76 d	1442,75 c	2800,775 f	327,205 f	51,92 f
-P	108,38 e	761,98 e	3692,15 d	134,585 g	76,425 e
-K	54,75 f	925,015 d	1205,75 g	88,02 h	21,855 g
-Ca	78,78 f	321,555 g	529,19 h	14,565 i	21,13 g
-Mg	219,59 d	1479,24 c	2810,17 f	391,25 e	273,9 d
-S	1024,07 a	509,77 f	15741,13 a	794,25 a	548,455 a
-B	279,52 c	2428,465 a	7267,735 c	481,08 d	365,72 c
-Zn	302,6 c	1880,555 b	3087,955 e	629,235 c	81,49 e
Média	322,24	1355,95	5812,24	403,68	210,95
CV (%)	6,9	3,2	2,12	2,56	3,17

Parte aérea = folha completa + caule e Total = Parte aérea + raízes. Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5%.

Tabela 6. Acúmulo (Ac.) de macro (mg vaso⁻¹) e micronutrientes (µg vaso⁻¹) e a sua porcentagem (%) em várias partes de mudas de pinhão manso no tratamento completo.

Parte ^{1/}	Massa seca		N		P		K		Ca		Mg		S	
	Valor	%	Ac.	%	Ac.	%	Ac.	%	Ac.	%	Ac.	%	Ac.	%
Limbo foliar	5,17	22,49	224,9	42,1	44,1	44,1	109,1	30,3	102,3	42,6	35,3	53,0	14,6	30,5
Pecíolo	1,40	6,07	27,95	5,2	5,68	5,7	4,33	1,2	23,48	9,8	3,02	4,5	1,8	3,8
Folha completa	6,57	28,56	252,8	47,3	49,7	49,7	113,4	31,5	125,8	52,3	38,3	57,5	16,4	34,2
Caule	13,11	57,02	170,2	31,8	38,4	38,4	202,5	56,2	82,37	34,3	17,2	25,8	18,0	37,5
Parte aérea	19,68	85,58	423	79,1	88,1	88,1	315,9	87,7	208,2	86,6	55,5	83,3	34,4	71,7
Raízes	3,32	14,42	111,6	20,9	11,9	11,9	44,43	12,3	32,24	13,4	11,1	16,7	13,6	28,3
Total	22,99	100	534,6	100	100	100	360,4	100	240,4	100	66,7	100	48	100

Parte ^{1/}	Massa seca		B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	Valor	%	Ac.	%	Ac.	%	Ac.	%	Ac.	%	Ac.	%
Limbo foliar	5,17	22,49	307,7	51,2	433,6	17,3	2.287,24	14,9	518,7	65,4	186,1	40,2
Pecíolo	1,40	6,07	40,05	6,7	2,79	0,1	193,65	1,3	32,44	4,1	22,17	4,8
Folha completa	6,57	28,56	347,8	57,8	436,39	17,4	2.480,89	16,1	551,14	69,4	208,3	45,0
Caule	13,11	57,02	251,3	41,8	1.389,00	55,5	1.021,80	6,6	143,74	18,1	119,8	25,9
Parte aérea	19,68	85,58	599,1	99,6	1.825,39	72,9	3.502,69	22,8	694,88	87,6	328,1	70,8
Raízes	3,32	14,42	2,19	0,4	678,71	27,1	11.868,00	77,2	98,77	12,4	135,2	29,2
Total	22,99	100	601,3	100	2.504,10	100	15.370,69	100	793,65	100	463,3	100

^{1/}Folha completa = (Limbo foliar + Pecíolo), Parte aérea = folha completa + caule e Total = Parte aérea + raízes.

CONCLUSÃO GERAL

O pinhão manso, por ser uma planta perene com alta taxa de crescimento vegetativo, apresentou elevada exigência em nutrientes, demonstrando a grande habilidade de absorção do N presente no solo.

APÊNDICE

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DA REVISTA CIÊNCIA RURAL

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica editados em idioma Português ou Inglês, todas as linhas deverão ser numeradas e paginados no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm, com no máximo, 28 linhas em espaço duplo, as margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman, tamanho 12. **O máximo de páginas será 15 para artigos científicos, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e ilustrações.** Cada figura e ilustração deverá ser enviado em arquivos separados e constituirá uma página (cada tabela também constituirá uma página). **Tabelas, gráficos e figuras não poderão estar com apresentação paisagem.**

3. O artigo científico deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências. Agradecimento(s) ou Agradecimento (s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal, quando for necessário o uso deve aparecer antes das referências. **Antes das referências deverá também ser descrito quando apropriado que o trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética e Biossegurança da instituição e que os estudos em animais foram realizados de acordo com normas éticas.** (Modelo .doc, .pdf).

4. A revisão bibliográfica deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução; Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) ou Agradecimento (s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal, devem aparecer antes das referências. **Antes das referências deverá também ser descrito quando apropriado que o trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética e Biossegurança da instituição e que os estudos em animais foram realizados de acordo com normas éticas.** (Modelo .doc, .pdf).

5. A nota deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) ou Agradecimento (s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal, caso existam devem aparecer antes das referências. **Antes das referências deverá também ser descrito quando apropriado que o trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética e Biossegurança da instituição e que os estudos em animais foram realizados de acordo com normas éticas.** (Modelo .doc, .pdf).

6. Não serão fornecidas separatas. Os artigos estão disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

7. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave e resumo e demais seções quando necessários.

8. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os

reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

9. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

9.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. **The practice of large animal surgery**. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) **Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros**. Manaus : INPA, 1979. 95p.

9.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. **The thyroid**. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

9.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. **Sampling techniques**. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. **Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte**. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

9.4. Artigo completo:

Sempre que possível o autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers) conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICH, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Product Research**, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3)>. Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, nov. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782008000800002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

9.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

9.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. **Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad)**. 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/ Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

9.7. Boletim:

ROGIK, F.A. **Indústria da lactose**. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

9.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final

do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

9.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. **Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico.** São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow displasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. **Proceedings...** Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Acessado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. **Transgênicos.** Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.zh.com.br/especial/index.htm>

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. **Maturitas**, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: [http://www. Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm](http://www.Medscape.com/server-java/MedlineSearchForm)

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina. **Anais...** Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC.

10. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadros. As figuras devem ser enviadas à parte, cada uma sendo considerada uma página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 800 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda. Também devem apresentar a seguinte formatação que se encontra nesse exemplo.

11. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

12. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderão ser utilizados.

13. Lista de verificação (Checklist .doc, .pdf).

Apêndice II

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DA REVISTA PAB

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas, Novas Cultivares e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.

Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”, “y” ou “and”, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.

Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.

Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

Não devem conter palavras que componham o título.

Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus (http://www.fao.org/aims/ag_intro.htm) ou no Índice de Assuntos da base SciELO (<http://www.scielo.br>).

Introdução

A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

Deve ocupar, no máximo, duas páginas.

Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.

Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.

Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.

Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.

Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.

Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.

Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.

Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.

Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Deve ocupar quatro páginas, no máximo.

Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.

As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.

Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.

Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.

Dados não apresentados não podem ser discutidos.

Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.

Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.

As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.

Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.

Não podem consistir no resumo dos resultados.

Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.

Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições).

Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

A palavra Referências deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.

Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.

Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.

Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.

Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.

Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.

Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste: relatório do ano de 2003**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: <<http://www.cpao.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=2004>>. Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

A autocitação deve ser evitada.

Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

Redação das citações dentro de parênteses

Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão “citado por” e da citação da obra consultada.

Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

Redação das citações fora de parênteses

Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.

Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

Devem ser auto-explicativas.

Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

Notas de rodapé das tabelas

Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

Devem ser auto-explicativas.

A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.

As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.

Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).

Não usar negrito nas figuras.

As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.

Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

Resumo com 100 palavras, no máximo.

Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Novas Cultivares

Novas Cultivares são breves comunicações de cultivares que, depois de testadas e avaliadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), foram superiores às já utilizadas e serão incluídas na recomendação oficial.

Apresentação de Novas Cultivares

Deve conter: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, título em inglês, Abstract, Introdução, Características da Cultivar, Referências, tabelas e figuras.

As normas de apresentação de Novas Cultivares são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

Resumo com 100 palavras, no máximo.

Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

Deve apresentar, no máximo, 15 referências e quatro ilustrações (tabelas e figuras).

A introdução deve apresentar breve histórico do melhoramento da cultura, indicando as instituições envolvidas e as técnicas de cultivo desenvolvidas para superar determinado problema.

A expressão Características da Cultivar deve ser digitada em negrito, no centro da página.

Características da Cultivar deve conter os seguintes dados: características da planta, reação a doenças, produtividade de vagens e sementes, rendimento de grãos, classificação comercial, qualidade nutricional e qualidade industrial, sempre comparado com as cultivares testemunhas.

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação, total ou parcial, do presente trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Nome do Autor: Luís Paulo Patente Tanure
Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri - Faculdade de Ciências Agrárias.

Local: Diamantina – MG

Endereço: Rua

CEP: 39100-000

E-mail: tanurelp@hotmail.com