

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA EM MUDAS DE COPAÍBA CULTIVADAS EM LATOSSOLO AMARELO, TEXTURA MÉDIA, SOB OMISSÃO DE NUTRIENTES

Márcio Gerdhanes Martins guedes¹; Mário Lopes da Silva Júnior²; George Rodrigues da Silva²; André Luiz Pereira da Silva³; Joaquim Alves de Lima Junior²

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA, Pará, Brasil.
Email: gerdhanes@hotmail.com

²Engenheiro Agrônomo, Professor da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA
AMAZÔNIA-UFRA, E-mail: george.silva@ufra.edu.br

²Engenheiro Agrônomo, Professor da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA
AMAZÔNIA-UFRA, E-mail: mario.silva@ufra.edu.br

²Engenheiro Agrônomo, Professor da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA
AMAZÔNIA-UFRA, E-mail: joaquim.junior@ufra.edu.br

³Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia, UNIVERSIDADE ESTADUAL
PAULISTA-UNESP. E-mail: andreengagronomo@gmail.com

Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

RESUMO

O objetivo do trabalho foi caracterizar os requerimentos nutricionais da *Copaifera langsdorffii* (óleo copaíba), foi conduzido um experimento em casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia em Belém, PA. Os tratamentos em número de 13 foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com 8 repetições: Testemunha (solo natural), Completo (adubado com N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn), Completo + Calagem para saturação de bases (V%) de 60% e Completo com a omissão de um nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -Cu, -Fe, -Mn, -Zn). Foi avaliado a produção de matéria seca e as variáveis altura e diâmetro. A seqüência de exigência nutricional da copaíba foi à seguinte: N > Mg > Cu > Fe > Zn > Ca > K > P > S. O tratamento Completo + Calagem, favoreceu o crescimento relativo na parte aérea da planta. A omissão de nitrogênio afetou o crescimento relativo, na parte aérea e raiz. O desenvolvimento das mudas de copaíba é satisfatório, quando a adubação é seguida de calagem. A omissão de nutrientes não teve efeito significativo na altura das mudas de copaíba. A calagem promoveu o maior crescimento em diâmetro do caule de mudas de copaíba.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento, Composição Mineral, *Copaifera langsdorffii*, Solo tropical.

PRODUCTION OF DRY MATTER IN CHANGES OF COPAÍBA CULTIVATED IN SANDY LOAM YELLOW LATOSOL, UNDER OMISSION OF NUTRIENTS.

ABSTRACT

The objective of the work was to characterize the nutritional petitions of the *Copaifera langsdorffii* (oil copaíba), was lead an experiment in house of vegetation of the Agricultural Federal University of the Amazônia in Belém, Pará. The experimental

design used was completely randomized, being 13 treatments with 8 replicates: Control (natural soil), Complete fertilizer (with N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn), Complete + liming for saturation of bases (V%) of 60 % and Complete with the omission of a nutrient for time (- N, - P, - K, - Ca, - Mg, - S, - Cu, - Fe, - Mn, - Zn). It was evaluated the production of dry substance and the 0 variable height and diameter. The sequence of nutritional requirement of copaíba was to the following one: N > Mg > Cu > Fe > Zn > Ca > K > P > S. The Complete treatment liming, favored the relative growth in the aerial part of the plant. The nitrogen omission affected the relative growth, in the aerial part and root. The development of the changes of copaíba is satisfactory, when the fertilization is followed of liming. The omission of nutrients did not have significant effect in the height of the changes of copaíba. The liming promoted the biggest growth in diameter of stalk of changes of copaíba.

KEYWORDS: Growth, Mineral Composition, *Copaifera langsdorffii*, Tropical Soil

INTRODUÇÃO

A importância das árvores de copaíba (*Copaifera* spp.) deve-se à sua madeira de boa qualidade. Sua superfície é lisa, lustrosa, durável, de alta resistência a ataque de xilófagos e baixa permeabilidade, própria para fabricação de peças torneadas e de marcenaria em geral (CARVALHO, 1942). A árvore também é utilizada na fabricação de carvão (LOUREIRO, 1979) e pelas indústrias de construção civil, naval e na produção de óleo resina muito utilizado na medicina popular dos povos da Amazônia.

Considerando que as espécies arbóreas diferem quanto à eficiência com que absorvem e/ou utilizam os nutrientes extraídos do solo, em condições de solo alterado ou de baixa fertilidade, seria desejável o uso de espécies menos exigentes e/ou mais eficientes na utilização de nutrientes (KAGEYAMA; CASTRO, 1989), proporcionando uma maior produção de biomassa com uma menor utilização de nutrientes do sítio florestal.

CHAPIN III (1980), diz que espécies de crescimento lento - características de solos de baixa fertilidade, comparadas à espécies de solos mais férteis, em geral, exibem uma baixa taxa de absorção iônica por planta e um pequeno incremento na taxa de absorção em resposta ao aumento de concentrações externas de nutrientes.

Entretanto, as exigências nutricionais das espécies nativas têm sido bastante diferenciadas. BRAGA et al. (1995), em experimento com nutriente faltante, em solo de baixa fertilidade, concluíram que a quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) mostrou o mais alto requerimento nutricional respondendo à adubação com todos os macronutrientes e micronutrientes, enquanto, a *Acacia mangium* respondeu apenas ao P, N e S, e a resposta da pereira (*Platycamus regnellii*) foi mais evidente ao N, P, Ca e S.

Deste modo, este trabalho teve por objetivo caracterizar o desenvolvimento e a produção de matéria seca da *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba), cultivada em Latossolo Amarelo, textura média, sob omissão de nutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, em Belém – PA, através da técnica do nutriente faltante, com a finalidade de determinar os nutrientes que mais limitam o potencial produtivo do solo, indicado pelo estado nutricional da planta pelo seu desenvolvimento. Com o conhecimento das limitações, é possível corrigi-las através da adição de nutrientes pela prática da adubação e calagem.

Foram utilizadas sementes de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) coletadas na ilha de Mosqueiro, município de Belém (PA), sendo semeadas no dia 10/03/2006 em bandejas contendo areia autoclavada. A germinação das sementes iniciou cerca de 20 dias após a semeadura e estendeu-se por 15 dias. Após a germinação, as plântulas foram repicadas para sacos plásticos contendo uma mistura de terra preta de jardim + areia (1:2). O plantio ocorreu 35 dias após a germinação, em vasos com capacidade para oito quilogramas de solo.

Por ocasião do transplante para os vasos (uma planta por vaso) e início dos tratamentos, as plantas foram cuidadosamente retiradas dos sacos plásticos e selecionadas de acordo com a homogeneidade quanto à altura e diâmetro do caule; suas raízes foram lavadas com água destilada para eliminação de resíduos do substrato. Os vasos foram irrigados com água destilada, com quantidade equivalente a 17% do peso do substrato seco. Diariamente, a água perdida por evapotranspiração era repostada baseada no peso dos vasos.

Após 117 dias da repicagem das plantas para os vasos procedeu-se a determinação do peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular da seguinte forma: a parte aérea foi cortada rente ao solo, separando-se folhas do caule. As raízes foram cuidadosamente separadas do solo por meio de lavagem, sobre peneira, com jatos de água, de modo a retirar todas as partículas de solo aderidas. As diferentes partes da planta foram acondicionadas em sacos de papel furados e etiquetados e levados à estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 70 °C até peso constante, o material foi retirado da estufa e pesado em balança de precisão para a determinação da matéria seca.

Foi avaliado a produção de matéria seca do caule, das folhas, raízes e as variáveis altura e diâmetro.

As medidas de altura e de diâmetro das plantas foram tomadas no dia da implantação do experimento e no período de coleta das plantas.

Os dados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância, conforme PIMENTEL GOMES (1984). Obtida a significância pelo teste F, realizou-se o teste de Duncan, a 5% de probabilidade, para comparações das médias obtidas nos tratamentos. As análises foram realizadas no programa estatístico SAEG 8.0

Os tratamentos utilizados, definidos através da técnica do elemento faltante, foram em número de 13, dispostos em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições: Testemunha (Test): Solo sem adubação; Completo (C): adubado com N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, S, Mn, Zn; Completo + Calagem (C + Cal); Completo com omissão de cada nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -Cu, -Fe, -S, -Mn, -Zn)

A adubação básica no tratamento completo, por kg de solo, foi constituída de 75 mg N – uréia, 50 mg P – NaH₂PO₄, 75 mg K – KCl, 80 mg Ca – CaCl₂, 40 mg Mg – MgSO₄, 1,5 mg Cu – CuSO₄, 0,5 mg Fe – FeSO₄, 30 mg S - KSO₄, 0,5 mg Mn – MnSO₄, 1mg Zn – ZnSO₄.

A quantidade de corretivo aplicado, de 3,8 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT = 100%), foi calculada com base na elevação da saturação por base (V%) do solo (RAIJ, 1991) para 60%.

Após a determinação da umidade do material de solo (estufa a 120°C por 24 horas) e a devida correção para peso de material seco, os nutrientes foram aplicados na forma de reagentes P.A. e misturados totalmente ao volume de solo correspondente a cada tratamento.

O substrato utilizado foi um Latossolo Amarelo, textura média, de baixa disponibilidade de nutrientes, coletado na camada de 0-20 cm, de área sob vegetação de capoeirão do Campus da UFRA.

A análise granulométrica foi feita pelo método da Pipeta, utilizando-se o NaOH mol L⁻¹ como dispersante e as análises químicas segundo EMBRAPA (1979).

TABELA 1- Análise química e granulométrica do Latossolo Amarelo, textura média de Belém (PA), coletado na profundidade de 0-20 cm.

Características	Resultado analítico
pH (H ₂ O)	3,7
C (g kg ⁻¹)	4,8
MO (g kg ⁻¹)	8,3
P (mg dm ⁻³)	7,6
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,03
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,26
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,20
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,05
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	8,05
Cu (mg dm ⁻³)	1,04
Fe (mg dm ⁻³)	187,6
Mn (mg dm ⁻³)	21,7
Zn (mg dm ⁻³)	1,57
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,49
CTC pH 7 (cmol _c dm ⁻³)	10,54
V (%)	23,6
m (%)	45,2
Argila (g kg ⁻¹)	194,0
Silte (g kg ⁻¹)	246,4
Areia (g kg ⁻¹)	559,6

RESULTADO E DISCUSSÃO

Por meio da Figura 1, verifica-se que o tratamento completo só diferiu estatisticamente do tratamento em que se usou calagem (Completo + Calagem), o qual apresentou maior produção de matéria seca na folha (22,84 g/planta). No entanto, não houve diferença estatística entre o tratamento Completo + Calagem e os tratamentos com omissão de enxofre (21,96 g/planta), omissão de manganês (16,57 g/planta) e omissão de fósforo (14,10 g/planta).

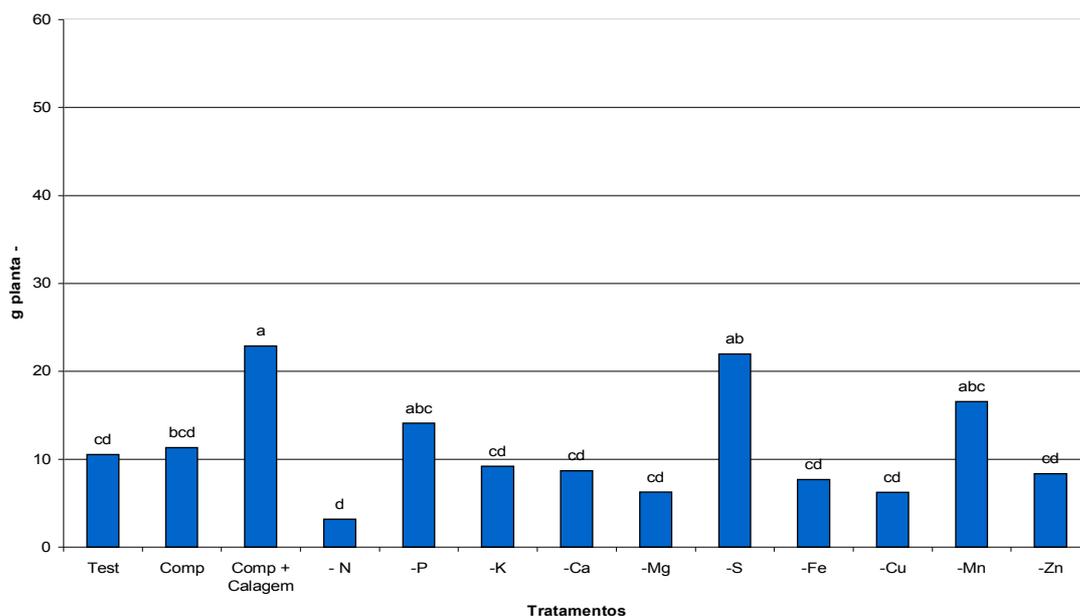


FIGURA 1- Matéria seca de folhas (g planta^{-1}) de plantas jovens de copaíba, cultivada em Latossolo Amarelo, sob omissão de nutrientes.

Os maiores aumentos, para peso de matéria de folhas em relação ao tratamento completo foram obtidos pelo tratamento completo + calagem, com aumento do peso de 102,21 % e pelas omissões de enxofre, cobre e de fósforo, 94,16%, 46,51 % e 24,66 %, respectivamente. Esses resultados diferem dos encontrados por Duboc (1994), em fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf, em que a omissão de K, B e Zn apresentaram as maiores produções de matéria seca da parte aérea.

Maior peso da matéria seca da folha é interessante para um maior desenvolvimento das mudas, pois representa maior capacidade fotossintética e maior vigor.

BARBOSA et al. (1995), trabalhando com resposta de mudas de aroeira em solos sob diferentes saturações por bases, encontraram os melhores resultados com a elevação da saturação por bases para 60%, por meio da calagem. Os resultados de BARBOSA et al. (1995) e os obtidos neste trabalho, mostram a importância do calcário para aumentar a produção das culturas, principalmente em solo de alta saturação por alumínio, como o Latossolo Amarelo utilizado como substrato.

O tratamento com omissão de nitrogênio apresentou-se limitante para a produção de matéria seca da folha (3,16 g/planta), com uma redução de 72% em relação ao tratamento completo.

Estudos sobre o efeito da omissão de nutrientes no desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas têm indicado ser a omissão de N e, ou Ca as principais responsáveis pela redução do crescimento. DIAS et al. (1994) observaram redução do peso seco de parte aérea em mudas de *Acacia mangium*, em virtude da omissão de macronutrientes, sendo que a ausência de N resultou no menor acúmulo de peso seco. MUNIZ & SILVA (1995) observaram em mudas de *Aspidosperma polyneurom*, menor crescimento, mediante a omissão de N, Ca e P.

Para MAFFEIS et al. (2000) a ausência de N e B foram as que mais comprometeram a produção de folhas de *Corymbia citriodora*, durante os seis

primeiros meses após o transplante das mudas para soluções nutritivas, com a omissão individual dos nutrientes. A diminuição do crescimento em função da omissão de N também foi relatada para mudas de *Senna multijuga* (RENÓ, 1994; LIMA, 1995), *Cedrela fissilis*, *Piptadenia gonoacantha*, *Caesalpinia férrea* (RENÓ, 1994), *Peltophorum dubium*, *Schinus terebinthifolius*, *Platycamus regnellii*, *Machaerium villosum*, *Tabebuia chrysotricha*, *Anaderanthera peregrina*, *Jacaranda mimosaefolia* (LIMA, 1995) e *Senna macranthera* (LIMA, 1995; PEREIRA, 1994).

Por meio da Figura 3, verifica-se que no caule o tratamento com omissão de nitrogênio (2,29 g/planta), potássio (4,87 g/planta), cálcio (5,07 g/planta), magnésio (3,61 g/planta), ferro (4,71 g/planta) e cobre (3,78 g/planta) foram os que mais limitaram a produção de matéria seca, em comparação ao tratamento completo, reduzindo o teor de matéria seca em 80,25 %, 58,01 %, 56,29 %, 68,87 %, 59,39 %, 67,41 %, respectivamente. MARQUES et al. (2004), ao estudar o crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutrientes e de sódio em solução nutritiva, encontraram as menores produções de matéria seca do caule nos tratamentos sob omissão de N (0,74 g/planta) e Fe (0,57g/planta).

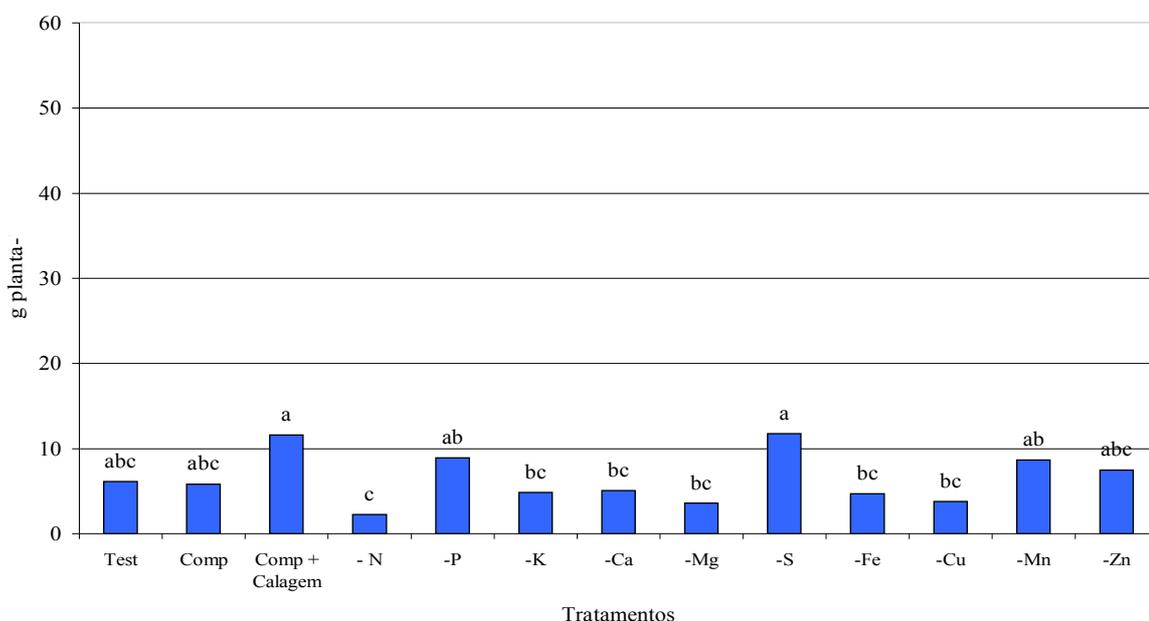


FIGURA 2- Matéria seca de caule (g planta⁻¹) de planta jovem de copaíba, cultivada em Latossolo Amarelo, sob omissão de nutrientes.

Por outro lado, o tratamento com omissão de enxofre (11,75 g/planta) e o completo + calagem (11,60 g/planta) apresentaram as maiores produções de matéria seca do caule, porém, não diferindo estatisticamente dos tratamentos Testemunha, Completo, -P, -Mn, e -Zn.

Observa-se que na raiz da planta (Figura 4), o tratamento com omissão de nitrogênio (4,97 g planta⁻¹) foi o que mais limitou a produção de matéria seca nessa parte, reduzindo em relação ao completo em 60,36 %; no entanto, só diferiu dos tratamentos Completo + Calagem, -P, -S e Mn. DUBOC (1994) em fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. Verificou-se que as menores produções de matéria seca foram na omissão de N e Ca.

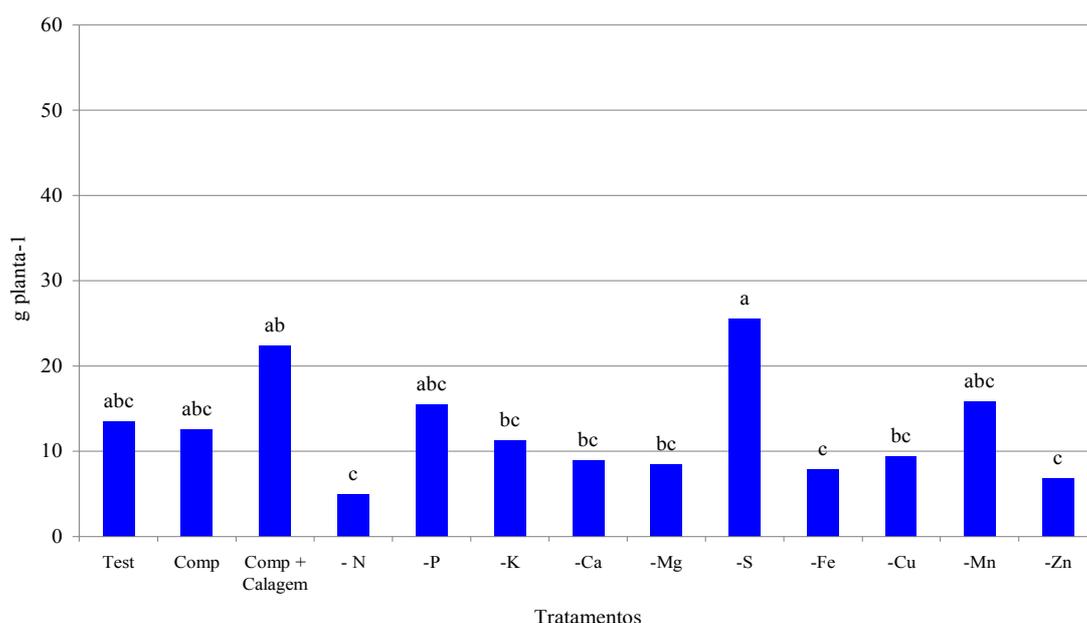


FIGURA 3- Matéria seca de raiz (g planta^{-1}) de planta jovem de copaíba, cultivada em Latossolo Amarelo, sob omissão de nutrientes.

A omissão de enxofre ($25,54 \text{ g/planta}$) apresentou a maior produção de matéria seca da raiz, em comparação ao tratamento completo, contrário aos resultados encontrados por DUBOC (1994) em fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf., em que a maior produção de matéria seca foi verificada na omissão de B, em comparação ao tratamento completo.

A omissão de enxofre apresentou a maior matéria seca total seguido do tratamento Completo + Calagem (Figura 5). Esses resultados diferem dos encontrados por DUBOC (1994) em fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf, em que as omissões de K, B e Zn apresentaram as maiores produções de matéria seca total, porém, concordam com os resultados encontrados para a fertilização de plântulas de jatobá *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (HAYNE) LEE et LANG, no mesmo trabalho onde a maior produção de matéria seca da parte aérea foi obtida quando o S foi omitido, tendo sido relatado que apesar do teor do elemento ter sido inferior ao do tratamento completo e testemunha, este fato deveu-se ao baixo requerimento nutricional das plantas de jatobá em relação ao S.

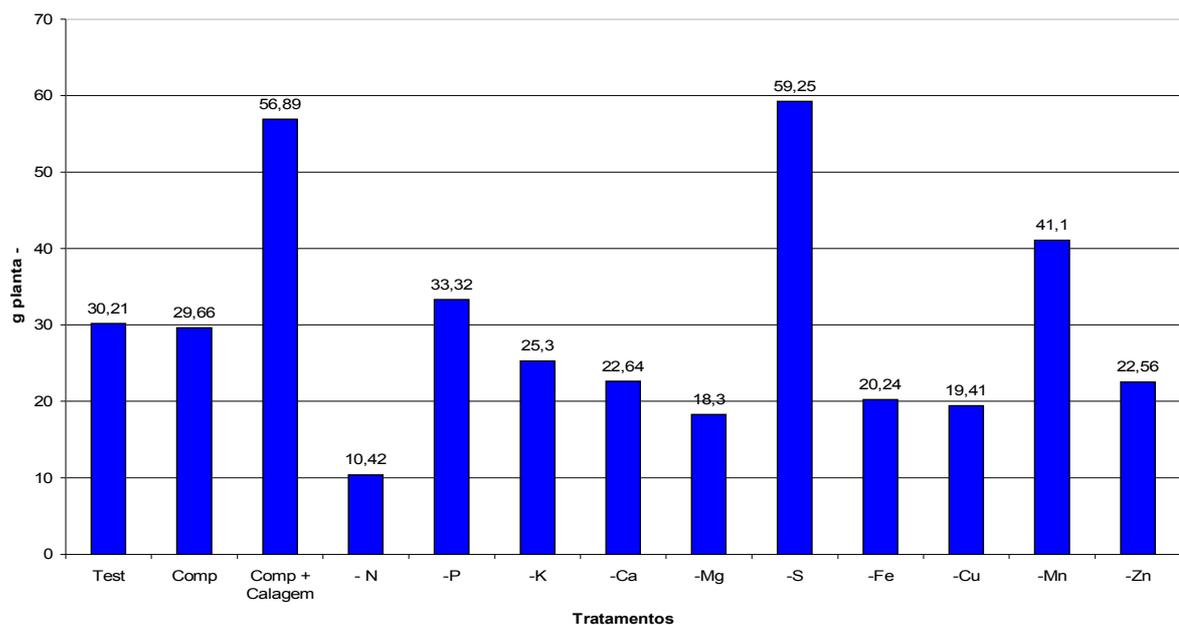


FIGURA 4- Matéria seca total (g planta⁻¹) de planta jovem de copaíba, cultivada em Latossolo Amarelo, sob omissão de nutrientes.

SILVA et al. (2007), estudando o efeito de doses crescentes de corretivo na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King), verificaram que as mudas cultivadas no substrato sem calagem apresentaram produção de matéria seca total da ordem de 11,55 g. Quando o corretivo foi incorporado, as plantas tiveram produção relativa nas doses 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 3,0; 5,0 t.ha⁻¹, de 160%, 144%, 101%, 179%, 103% e 130%, respectivamente. FURTINI NETO et al. (1999), também verificaram aumento na matéria seca total de várias espécies, em função da calagem. Segundo esses autores, estes resultados são importantes na medida em que se ressaltam diferentes reações das espécies florestais às condições de acidez do solo e à capacidade de resposta dessas espécies à aplicação de corretivos.

Por meio da Figura 4, verifica-se que a seqüência de exigência nutricional observado em relação ao tratamento Completo, no que diz respeito à matéria seca total, foi a seguinte: N > Mg > Cu > Fe > Zn > Ca > K.

A menor produção de matéria seca total de planta de copaíba foi no tratamento com omissão de N, verificada neste estudo e com outras espécies florestais, refletindo a alta exigência das espécies florestais por este nutriente, uma vez que o mesmo desempenha muitas funções estruturais, como formação de cadeias peptídicas para formar proteínas (EPSTEIN; BLOOM, 2005).

A Figura 5 mostra que a produção de matéria seca da parte aérea foi mais afetada negativamente pela omissão de nutrientes, do que a produção da raiz.

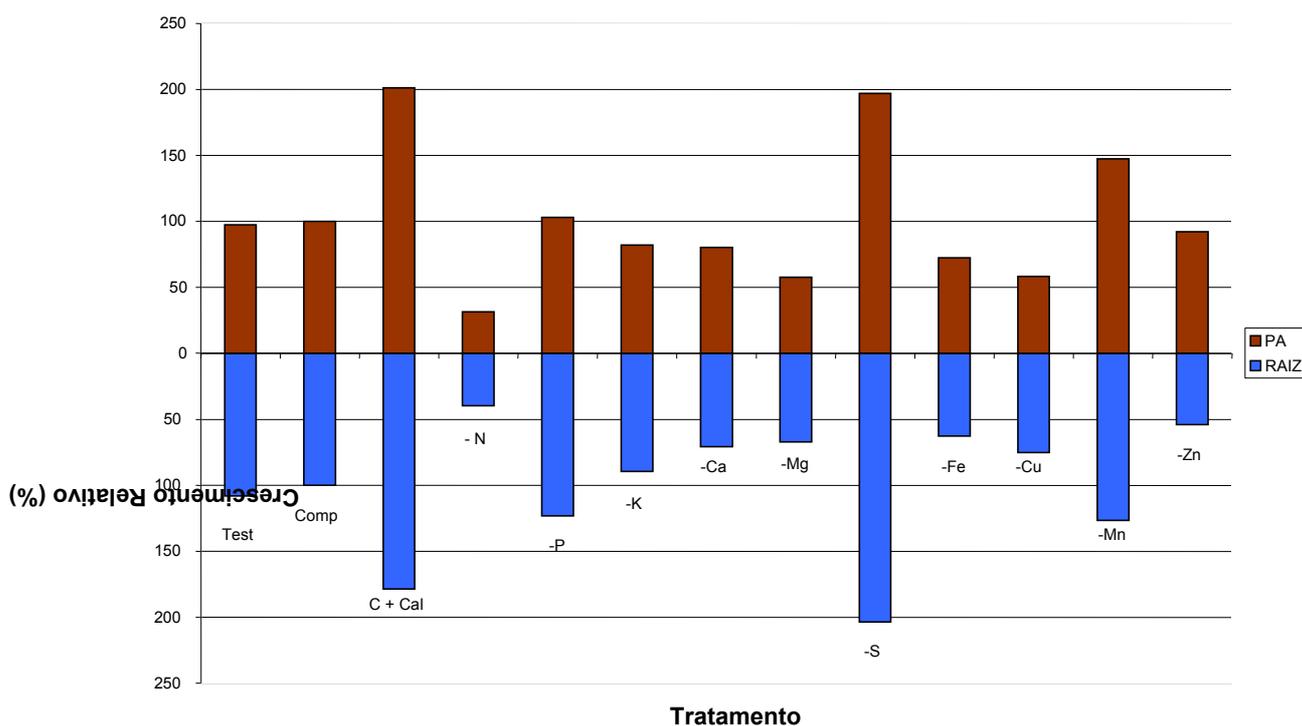


FIGURA 5- Crescimento relativo em produção de matéria seca de plantas de copaíba (Tratamento Completo igual a 100).

O crescimento relativo referente ao tratamento Completo + Calagem, foi o mais favorecido na parte aérea da planta, em relação à raiz.

A simples técnica de adubar o solo em suas condições naturais não apresentou no crescimento relativo resultado satisfatório, havendo a necessidade de elevar a saturação de base a 60%, fato este verificado entre os tratamentos testemunha, completo e completo + calagem.

A omissão de nitrogênio afetou de forma mais drástica o crescimento relativo, tanto na parte aérea quanto na raiz.

A omissão de Zn ocasionou maior mobilização de reservas para a parte aérea do que para as raízes, juntamente com o completo + calagem, -Ca, -Fe, -Mn, enquanto as omissões de N, P, K, Mg, S e Cu ocasionaram as maiores mobilizações de reservas para as raízes (Figura 6).

LIU et al. (1998) assinalam que, quando a planta encontra-se sob estresse, a distribuição, a direção e a energia de assimilação dos produtos da fotossíntese são direcionados para a formação e o desenvolvimento do sistema radicular, visando aumentar a área de absorção do nutriente. Segundo CLARKSON (1985), as raízes tornam-se os drenos preferenciais de fotoassimilados, quando alguns nutrientes encontram-se limitando o crescimento das plantas, especialmente, o nitrogênio.

No presente trabalho, os resultados mostram que as plantas, estão direcionando os fotoassimilados da fotossíntese, para as raízes, favorecendo o aumento da área de absorção dos nutrientes.

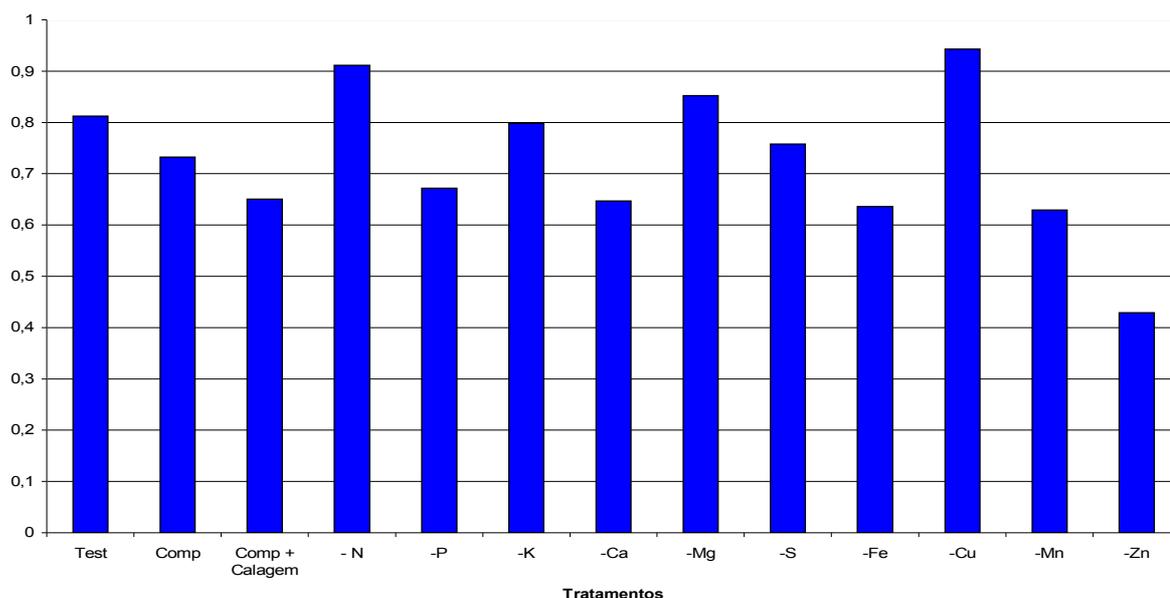


FIGURA 6- Relação raiz/parte aérea (R/PA), com base no peso de matéria seca de plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes.

DUBOC (1994), trabalhando com mudas de copaíba verificou que as omissões de N, de P e o tratamento Testemunha afetaram o particionamento da matéria seca entre a parte aérea e o sistema radicular, com maior mobilização de reservas para as raízes do que para a parte aérea. O mesmo aconteceu com os tratamentos com a omissão de S e de Ca, porém em menor grau.

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE COPAÍBA

Por meio da Figura 7, verifica-se que a calagem proporcionou o maior crescimento em diâmetro de mudas de copaíba, superando significativamente o tratamento completo e testemunha. A omissão de S também apresentou maior crescimento em diâmetro apesar deste não diferenciar do completo. Já omissão de N e Zn afetaram drasticamente o crescimento em diâmetro de mudas de copaíba.

DUBOC (1994), em fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf., verificou-se que plantas de óleo copaíba sob omissão de Zn apresentaram um maior crescimento em diâmetro do caule.

Os dados da Figura 7 mostram, ainda, que não houve diferença significativa entre os tratamentos no que diz respeito à altura, porém, observa-se que mudas que cresceram sob a omissão de N e Zn, apresentaram tendência de menor crescimento.

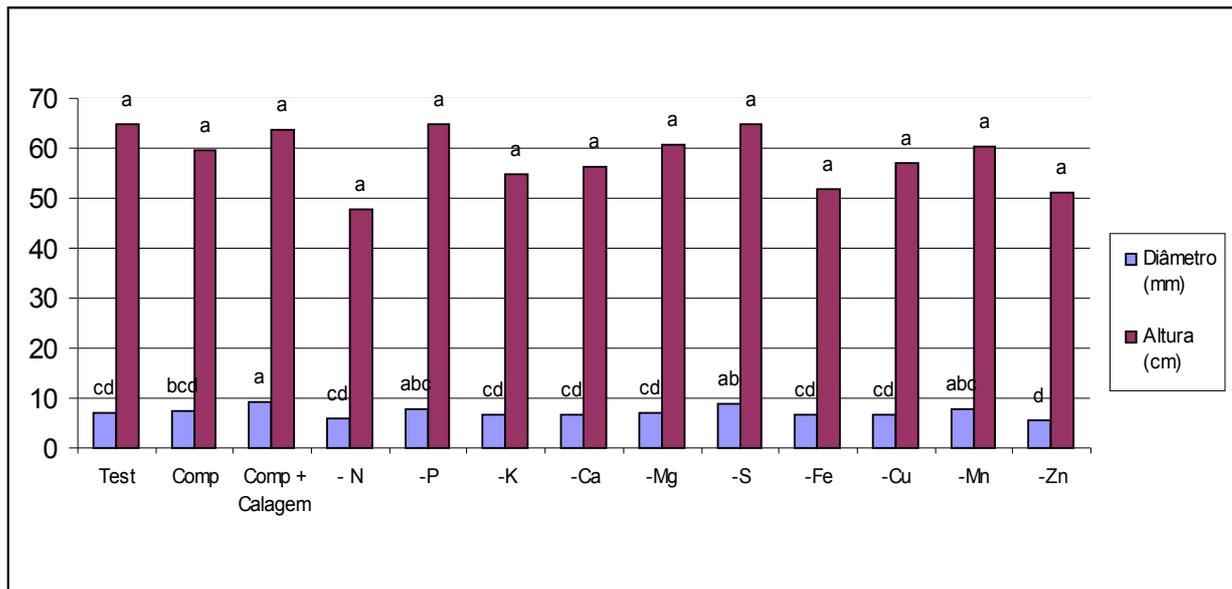


FIGURA 7- Médias da altura (cm) e diâmetro (mm) de mudas de copaíba em Latossolo Amarelo, sob omissão de nutrientes.

A calagem, sem diferir do tratamento com omissão de Mn, proporcionou o maior aumento em diâmetro nas plantas de copaíba. O cálcio adicionado na calagem tem grande importância no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois se encontra envolvido em processos como fotossíntese, divisão celular, movimentos citoplasmáticos e aumento do volume celular (MALAVOLTA et al., 1997).

Segundo SILVA et al. (2006), a calagem influenciou positivamente no aumento da altura, diâmetro de caule e produção de matéria seca em experimento conduzido com plantas de mogno.

A copaíba é uma espécie-clímax, que apresenta crescimento lento, o que significa que suas exigências nutricionais são baixas, bem como sua capacidade de absorção de nutrientes e resposta à fertilização (GONÇALVES et al. (2000 b).

DUBOC (1994) em fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. relata que a produção de matéria seca da parte aérea mostrou ser característica mais importante para a avaliação das plantas de óleo copaíba, do que a altura ou o diâmetro, em função da existência de brotações laterais. A mesma pesquisa verificou que as omissões de N, P e o tratamento Testemunha mostraram-se limitantes, afetando o crescimento em altura das plantas. As demais omissões de nutrientes mostraram resultados não significativos em relação ao tratamento Completo. Vários trabalhos referentes à espécies florestais demonstram que a omissão do nitrogênio apresenta considerável redução no crescimento. Resultados encontrados por SIMÕES & COUTO (1973) para o pinheiro do paraná (*Araucaria angustifolia*), constataram que a omissão de N e de P trouxe um forte desequilíbrio nutricional, inibindo o crescimento em altura, diâmetro e peso da parte aérea. BRAGA et al. (1995) também relatam que os nutrientes mais limitantes para *Acacia mangium* foram o P, seguidos pelo N e pelo S.

A demanda por nutrientes difere entre as espécies e varia com a estação do ano e com o estágio de crescimento da planta (SIQUEIRA, 1995). Entretanto, de maneira geral, grandes quantidades de N são requeridas pelas plantas,

principalmente na fase inicial de desenvolvimento. Assim, a restrição de N leva a uma redução de crescimento, pois esse nutriente, além de fazer parte da estrutura de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, coenzimas, vitaminas, pigmentos e produtos secundários, participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al, 1997), que interferem direta ou indiretamente no desenvolvimento da planta.

CONCLUSÃO

- A seqüência de exigência nutricional da copaíba foi à seguinte: N > Mg > Cu > Fe > Zn > Ca > K > P > S;
- O tratamento Completo + Calagem, favoreceu o crescimento relativo na parte aérea da planta;
- A omissão de nitrogênio afetou o crescimento relativo, na parte aérea e raiz;
- O desenvolvimento das mudas de copaíba é satisfatório, quando a adubação é seguida de calagem;
- A omissão de nutrientes não teve efeito significativo na altura das mudas de copaíba;
- A calagem promoveu o maior crescimento em diâmetro do caule de mudas de copaíba.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARBOSA, Z. et al. Crescimento e composição química foliar de mudas de aroeira (*Myracuodon urundeuva* Fr. All. Eng.) sob diferentes saturações por bases. I. Crescimento vegetativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...**Viçosa, MG, SBCS, UVF, 1995.v.2, p.806-808.

BRAGA, F.de A.; VALE, F.R.do; VENTURIN, N.; AUBERT, E.; LOPES G.de A.Requerimentos nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, V.19, n.1, p.18-31, jan/mar. 1995.

CARVALHO, J. B. M.; **O Norte e a indústria de óleos vegetais sob o aspecto técnico-econômico**; Ministério da Agricultura; Rio de Janeiro, 1942, p. 135.

CHAPIN III, F.S. The mineral nutrition of wild plants. **Annual Review of Ecology Systematics**, Palo Alto, v.11, p.233-260, 1980

CLARKSON, D.T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.45-75.

DIAS, L.E.; FARIA, S.M.; FRANCO, A.A. Crescimento de mudas de *Acacia mangium* Willd em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, v.18, p.123-131, 1994.

DUBOC, E. **Enriquecimentos nutricionais de espécies florestais nativas: *Hymenae courbaril*, *Copaifera langsdorffii* e *Peltophorum dubium***. 1994. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro. 1979. 247p

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2ed. Sunderland: Sinauer, 2005. 225 p.

FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; VALE, F.R.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas na fase de muda. **Cerne**, v.5, n. 2, p. 1-12, 1999.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000b. p. 80-102.

KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F. de A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, Piracicaba, n.41/42, p.83-93, 1989

LIMA, M.N. **Crescimento inicial de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação com NPK a campo**. 1995. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

LIU, G.; LI, J.; LI, Z. Effect from horizontally diving the root system of wheat plants having different phosphorus efficiencies. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 12, p. 2535-2544, 1998.

LOUREIRO, A.A.; **Essências madeireiras da Amazônia**, Manaus, INPA/CNPq: 1979, v.1, 125 p.

MAFFEIS, A. R.; SILVEIRA, R. L. V. A.; BRITO, J.O. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, n.57, p. 87-98, 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MARQUES, T. C. L. S. M.; CARVALHO, J. G.; LACERDA, M. P. C.; MOTA, P. E. F. Exigências Nutricionais do Paricá (*Schizolobium amazonicum*, Herb.) na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 167-183, jul./dez. 2004.

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

MUNIZ, A.S.; SILVA, M.A.G. Exigências nutricionais de mudas de Peroba Rosa (*Aspidosperma polyneurom*) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, v.19, p.263-271, 1995.

PEREIRA, E.G. **Micorrização e fósforo no solo na resposta de espécies arbóreas a nitrogênio mineral**. 1994. 65f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

PIMENTEL-GOMES, F. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: Potafos, 1984. 160p.

RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato/Agronômica Ceres, 1991. 343p

RENÓ, N. B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro**. 1994. 62 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG, 1994.

SILVA, G.R.; LIMA JÚNIOR, E.C.; VIÉGAS, I.J.M.; SILVA JÚNIOR, M.L. Crescimento do mogno (*Swietenia macrophylla* King). Em função da calagem. In: FERTBIO 2006, bonito (MS), 2006 **Anais...** Bonito (MS): SBCS, 206.CD ROM.

SILVA, A. R. M. da; TUCCI, C. A. F.; LIMA, A. F. F.; FIGUEIREDO, A. F. Doses crescentes de corretivo na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**, Manaus, v.3, n. 2, p.195-200, 2007.

SIMÕES, J.W.; COUTO, H.T.Z.do. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze cultivado em vaso. Piracicaba, **IPEF**, n.7, p. 1-123, 1973.

SIQUEIRA, J.O. et al. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de mata ciliar**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA, 1995. 28 p.