

**Desenvolvimento Inicial e
Nutrição da Copaíba (*Copaifera
langsdorffii* Desf.) em Áreas
de Cerrado Degradado**



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 245

Desenvolvimento Inicial e Nutrição da Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) em Áreas de Cerrado Degradado

*Eny Duboc
Iraê Amaral Guerrini*

Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Fernando Antônio Macena da Silva*

Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*

Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Equipe de revisão: *Francisca Elijani do Nascimento*

Jussara Flores de Oliveira Arbués

Assistente de revisão: *Elizelva de Carvalho Menezes*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufé*

Editoração eletrônica: *Fabiano Bastos*

Capa: *Fabiano Bastos*

Foto da capa: *Eny Duboc*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2009): tiragem 100 exemplares

Edição online (2009)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

D815c Duboc, Eny

Desenvolvimento inicial e nutrição da copaíba (*Copaifera langsdorffii* desf.) em áreas de Cerrado degradado / Eny Duboc, Iraê Amaral Guerrini. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009.

28 p. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X ; 245).

1. Copaíba. 2. Pastagem. 3. Revegetação. I. Guerrini, Iraê Amaral. II. Título. III. Série.

634.9 - CDD 21

© Embrapa 2009

Sumário

| | |
|--|----|
| Resumo | 5 |
| Abstract..... | 6 |
| Introdução..... | 7 |
| Material e Métodos..... | 9 |
| Localização, caracterização e histórico das áreas..... | 9 |
| Coleta de dados e análise estatística | 13 |
| Resultados e Discussão..... | 14 |
| Conclusões..... | 24 |
| Referências | 24 |

Desenvolvimento Inicial e Nutrição da Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) em Áreas de Cerrado Degradado

Eny Duboc¹; Iraê Amaral Guerrini²

Resumo

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de doses de nitrogênio (N) e fósforo (P) em mudas de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) plantadas em áreas ocupadas com pastagem de *Brachiaria decumbens*, em um Latossolo Vermelho-Amarelo, onde originalmente havia um Cerrado Denso e em um Plintossolo ocupado com pastagem de *Brachiaria decumbens*, no entorno de uma Mata de Galeria. Foi avaliada a resposta da copaíba em crescimento e em sobrevivência, na ausência e a doses de 10, 20 e 40 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia e na ausência e a doses de 10, 20 e 40 kg ha⁻¹ de P, na forma de superfosfato triplo, em delineamento experimental de blocos ao acaso. Foi avaliado o diâmetro do colo aos 4, 8 e 12 meses após o plantio. Ao final do primeiro ano, foram avaliados o diâmetro de copa, a sobrevivência e a concentração foliar de nutrientes, Al e Na. A sobrevivência não foi afetada pela fertilização com N ou com P. Na área anteriormente ocupada pelo Cerrado Denso, a copaíba respondeu a aplicação de nitrogênio, em diâmetro de copa, com ajuste da equação de regressão significativo, linear e positivo ($Y = 20,447259 + 0,446840 x$, $R^2 = 67,33\%$); e em incremento do diâmetro do colo com a melhor dose de 10 kg ha⁻¹ de N. Na Mata de Galeria, a copaíba respondeu a aplicação de nitrogênio, em incremento do diâmetro de colo, com ajuste da equação de regressão significativo, linear e positivo ($Y = 3,364667 + 0,058686 x$, $R^2 = 96,64\%$) e a aplicação de 10 kg ha⁻¹ de P.

Termos para indexação: árvore medicinal e madeireira, nitrogênio, fósforo, revegetação, Bioma Cerrado.

¹ Engenheira Agrônoma, D.Sc., Pesquisadora da Embrapa Cerrados, enyduboc@cpac.embrapa.br

² Engenheiro Florestal, D.Sc., Professor da Unesp / FCA, Botucatu, SP, iguerrini@fca.unesp.br

Initial Growth and Mineral Nutrition of Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) in Reclaiming Degraded Areas of Brazil's Savannas

Abstract

The main objective of this work was to determine the effect of nitrogen (N) and phosphorus (P) levels on copaíba (Copaifera langsdorffii Desf.) in the conditions of Oxisol (Savanna woodland) and Plinthosol (Gallery forest). The growth response and survival of copaíba to N levels (0, 10, 20 e 40 kg ha⁻¹ of N), as urea, and P (0, 10, 20 e 40 kg ha⁻¹ of P), as triple super phosphate, was evaluated on a complete randomized block design. Stem diameter was measured at 4, 8 and 12 months after planting. At one year old, crown diameter, survival rates and leaf nutrient concentration were measured. The survival was not affected by N and P fertilization. At Oxisol (Savanna woodland), the crown diameter of copaíba responded with a linear and positive function to addition of N represented by $Y = 20,447259 + 0,446840 x$, $R^2 = 67,33 \%$, and to stem diameter best dose was 10 kg ha⁻¹ of N. At the Plinthosol (Galery forest) the stem diameter of copaíba responded with a linear and positive function to addition of N represented by $Y = 3,364667 + 0,058686 x$, $R^2=96,64 \%$, and the fertilization with phosphorus with a doses of 10 kg ha⁻¹ of P.

Index terms: medicinal and timber tree, nitrogen, phosphorus, revegetation, savanna biome.

Introdução

A maioria dos estudos sobre a nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado enfoca os aspectos de baixa fertilidade dos solos ácidos do bioma, sem a devida atenção às adaptações das plantas nativas, reservas de nutrientes na biomassa vegetal e os processos envolvidos na ciclagem de nutrientes de ecossistemas naturais. As diferenças entre plantas nativas do Cerrado e de outros ecossistemas quanto à nutrição mineral e sua influência no funcionamento e estrutura de ecossistemas naturais, raramente são discutidas na literatura (HARIDASAN, 2000). Entretanto, apesar de essas espécies serem tolerantes à baixa fertilidade, esse fato não elimina a possibilidade de resposta à fertilização. Nos estudos realizados até o momento (GARCIA, 1990; BRUFORD, 1993; MORAES, 1994; VILELA; HARIDASAN, 1994; MELO, 1999), as espécies têm apresentado respostas diferenciadas à adubação e à calagem.

De nomes populares como copaíba, óleo-de-copaíba e pau-d'óleo, essa árvore hermafrodita de até 35 m, da família Leguminosae (Caesalpinioideae), é planta decídua ou semidecídua, heliófita, seletiva xerófito, característica das formações de transição do Cerrado para a floresta Latifoliada semidecídua, tanto na mata primária como nas formações secundárias. Ocorre em Mata de Galeria, Mata Mesofítica de Interflúvio, Cerradão distrófico e Cerrado. A copaíba fornece madeira avermelhada, raramente amarelada, muito rajada, e às vezes porosa e de tecido frouxo, empenando durante a secagem. A sua madeira, com densidade básica de 0,7 g/cm³, é utilizada na construção civil em vigas, batentes, cabos de ferramentas, vassouras, carrocerias, marcenaria e miolo de portas (LORENZI, 1992).

A copaíba produz anualmente grande quantidade de sementes, amplamente disseminadas por pássaros que comem o arilo envolvente. É melífera, recomendada para paisagismo em arborização de ruas (LORENZI, 1992). Mediante cocção, extrai-se da casca um corante amarelo utilizado em tinturaria caseira para colorir os fios de

algodão trabalhados pelos tecelões regionais. Perfurando-se o caule conforme a época do ano, obtém-se maior ou menor quantidade de óleo, um dos melhores e mais reputados na terapêutica universal contra numerosas enfermidades (ALMEIDA et al., 1998), com propriedades anti-inflamatória, analgésica e antiedêmica e com atividades antimicrobiana, antibacteriana e insetífuga (VEIGA JÚNIOR; PINTO, 2002; CASCON et al., 2000; MIRANDA et al., 2000).

O crescimento das mudas no campo é variável, atingindo cerca de 4 m aos 8 anos (TOLEDO FILHO, 1988). Em plantio heterogêneo, obteve desenvolvimento regular, com 9 m de altura, 8,8 cm de DAP e 90 % de sobrevivência aos 14 anos de plantio (GURGEL FILHO et al., 1982a). Aos 15 anos, a altura foi de 12 m e DAP de 14,7 cm (NOGUEIRA, 1977). Mas, em plantios puros aos 25 anos, alcançou somente 12 m de altura e 11 cm de DAP (GURGEL FILHO et al., 1982b). Na floresta pluvial, a copaíba pode atingir 35 m de altura e 100 cm DAP na idade adulta (CARVALHO, 2003). Já para Lorenzi (1992), o desenvolvimento no campo é bastante lento, dificilmente ultrapassando 2 m aos dois anos. Entretanto pode atingir cerca de 10 m a 15 m de altura, com tronco de 50 cm a 80 cm de diâmetro.

A copaíba é espécie plástica quanto às condições edáficas, ocorrendo tanto em áreas de solo fértil e bem drenado como em áreas de solo muito pobre, ácido e álico do Cerrado. Essa espécie ocorre ainda em terrenos úmidos, sendo comum em Matas Ciliares. Ocorre esporadicamente em Gleissolo Háplico (Glei pouco húmico). Em plantios, prefere solos com drenagem de regular a boa e com textura que varia de franca-argilosa a argilosa. A copaíba pode ser plantada em plantio misto a pleno sol, associada com espécies pioneiras, e em vegetação matricial, plantada em linhas em faixas abertas em vegetação secundária. Brota da touça após o corte, bem como das raízes (CARVALHO, 2003). A copaíba é tolerante à acidez do solo (FURTINI NETO et al., 1999) e pode crescer bem em solos com baixa disponibilidade de Ca e de Mg (DUBOC et al., 1996).

A densidade natural de indivíduos lenhosos varia entre as fitofisionomias e entre diferentes regiões do Cerrado. Kauffman et al. (1994) encontraram 600 indivíduos por hectare (ind. ha⁻¹) no Campo cerrado e 833 ind. ha⁻¹ no Cerrado sentido restrito (altura ≥ 2 m). No Cerrado típico, considerando diâmetro a altura do peito (DAP) maior ou igual a 10 cm, Oliveira et al. (1982) encontraram 567 ind. ha⁻¹; Medeiros (1983) encontrou 947 ind. ha⁻¹; e Ribeiro (1983) encontrou 559 ind. ha⁻¹. Em Mata Ciliar do Estado de São Paulo, Durigan e Leitão Filho (1995) encontraram 2126 ind. ha⁻¹ com DAP acima de 5 cm.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de doses de nitrogênio e de fósforo na sobrevivência, no incremento do diâmetro do colo, no diâmetro de copa e no teor de elementos minerais nas folhas de mudas de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), plantadas em solo degradado pela utilização agropecuária.

Material e Métodos

Localização, caracterização e histórico das áreas

Os experimentos foram conduzidos no Município de Planaltina de Goiás, GO, em propriedade particular, implantados em dois locais, cuja vegetação antes do uso antrópico era de Cerrado Denso e de Mata de Galeria. Na área de Cerrado Denso (15° 33' 177" de latitude Sul e 47° 39' 671" de longitude Oeste, a 924 m de altitude), o solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. No entorno da Mata de Galeria (15° 32' 966" Sul e 47° 39' 614" Oeste, a 918 m de altitude), o solo foi classificado como Plintossolo. As duas áreas estavam sendo manejadas há quatro anos com pastagem de *Brachiaria decumbens*, após o cultivo durante cinco anos com lavouras de milho e feijão, as quais haviam recebido calagem e adubação mineral.

O clima da região é do tipo tropical Aw (tropical de savana) de acordo com a classificação de Köppen. Predomina marcada alternância de estação seca e fresca (abril a setembro) e outra estação chuvosa e quente (outubro a maio). A temperatura média anual varia entre 18 °C a 20 °C. A precipitação média anual varia em torno de 1.600 mm; dessa

média, cerca de 75 % precipita no período entre novembro a janeiro. Durante o período experimental, fevereiro de 2003 a fevereiro de 2004, choveu 1.502 mm, sendo desse total, 768 mm entre janeiro e fevereiro de 2004 (Fig. 1).

As amostras de solo, antes da aplicação dos tratamentos, foram coletadas na profundidade de 0 cm a 20 cm. Trinta dias após a aplicação dos tratamentos, a amostragem foi feita nas covas na profundidade de 0 cm a 40 cm. As análises químicas foram realizadas com base nos métodos de Vettori (1969), com modificações realizadas pela Embrapa (1979): pH em água, relação 1:2,5; Ca, Mg e Al extraídos por KCl 1N; K, Na e P extraídos com Mehlich 1; carbono pelo método de Walkley e Black. Os resultados das análises químicas e físicas dos solos das áreas experimentais estão apresentados na Tabela 1.

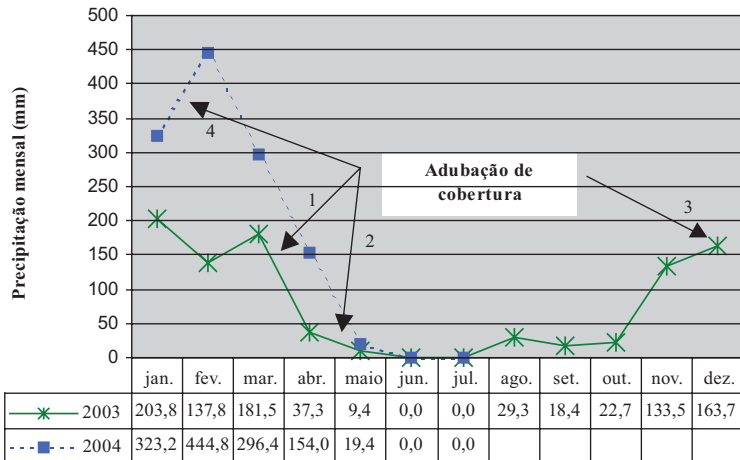


Fig. 1. Dados de precipitação mensal e indicação da época de aplicação das coberturas com nitrogênio.

Tabela 1. Composição química e granulométrica do solo, das áreas experimentais, antes e após a aplicação dos tratamentos com doses de nitrogênio (N) e doses de fósforo (P).

| Doses (kg ha ⁻¹) | pH água | P (mg dm ⁻³) | K | Ca+Mg (mmol _c dm ⁻³) | Al | B | Cu | Fe (mg dm ⁻³) | Mn | Zn | CTC (cmol _c dm ⁻³) | V % | MO | Areia | Silte (g kg ⁻¹) | Argila |
|---|------------|-----------------------------|------|--|------|------|------|------------------------------|------|------|--|--------|------|-------|--------------------------------|--------|
| <i>Latossolo Vermelho-Amarelo (Cerrado Denso)</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Antes | 6,3 | 0,5 | 19,5 | 3,7 | 0,00 | 0,2 | 0,27 | 46,5 | 10,9 | 0,19 | 6,3 | 50 | 34,7 | 425 | 225 | 350 |
| N | 0 | 6,0 | 26 | 31 | 4,2 | 0,02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 10 | 6,1 | 25 | 31 | 3,9 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 20 | 6,0 | 24 | 28 | 3,7 | 0,04 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 40 | 5,8 | 23 | 22 | 3,4 | 0,06 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| P | 0 | 5,9 | 3 | 21 | 3,6 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 10 | 6,1 | 18 | 22 | 4,4 | 0,03 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 20 | 6,1 | 28 | 26 | 3,7 | 0,04 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 40 | 5,9 | 55 | 30 | 3,8 | 0,00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Plintossolo (Mata de Galeria)</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Antes | 6,6 | 2,7 | 39 | 4,4 | 0,00 | 0,3 | 0,83 | 36,6 | 20,2 | 5,64 | 7,7 | 58 | 33,2 | 350 | 250 | 400 |
| N | 0 | 6,0 | 30 | 93 | 3,9 | 0,02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 10 | 6,2 | 34 | 94 | 4,0 | 0,00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 20 | 6,0 | 38 | 85 | 3,8 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 40 | 5,9 | 34 | 71 | 3,3 | 0,02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| P | 0 | 6,0 | 10 | 85 | 3,7 | 0,02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 10 | 6,0 | 24 | 82 | 3,4 | 0,02 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 20 | 6,0 | 40 | 67 | 3,8 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 40 | 6,0 | 77 | 92 | 3,7 | 0,04 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Com a finalidade de evitar possíveis deficiências nutricionais e limitações ao desenvolvimento inicial das plantas, foi feita uma adubação de base composta de micronutrientes, gesso agrícola e potássio, de acordo com as recomendações encontradas em Silva et al. (2001) (Tabela 2). O gesso foi utilizado para propiciar a movimentação de cátions para a subsuperfície, com vistas a aumentar os teores de cálcio e magnésio, acarretando redução no teor de alumínio tóxico (SOUZA; LOBATO, 2002).

As doses de cada adubo (em kg ha^{-1}) foram divididas pelo número de covas abertas em cada ambiente, utilizando como parâmetro a densidade natural de indivíduos arbóreos nas fitofisionomias de Cerrado Denso e de Mata de Galeria. Na área de pastagem no Latossolo Vermelho-Amarelo (ambiente original de Cerrado Denso), foi adotado o espaçamento de 4 m x 4 m, sendo abertas 625 covas ha^{-1} e, na área de pastagem no Plintossolo (ambiente original de Mata de Galeria), foi adotado o espaçamento de 2,5 m x 2,5 m, ou seja, 1.600 covas ha^{-1} .

Tabela 2. Adubação de base (quantidade e fonte) utilizada nos experimentos.

| Adubação de base | | Latossolo Vermelho- Amarelo | Plintossolo |
|--|--|--------------------------------|-------------------|
| | | (Cerrado Denso) | (Mata de Galeria) |
| | | Quantidade | |
| FTE BR12 | (kg ha^{-1}) | 5,0 | 5,0 |
| | (g cova ⁻¹) | 8,0 | 3,1 |
| Potássio | K_2O (kg ha^{-1}) | 3,8 | 3,8 |
| | K_2O (g cova ⁻¹) | 6,0 | 2,4 |
| | KCl (g cova ⁻¹) | 10,5 | 4,1 |
| Gesso agrícola ($\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) | (kg ha^{-1}) | 50,0 | 50,0 |
| | (g cova ⁻¹) | 80,0 | 31,0 |

A adubação com nitrogênio (0, 10, 20 e 40 kg ha^{-1} de N) foi parcelada de acordo com a dose utilizada e aplicada em cobertura, aos 30, 75, 300 e

330 dias após o plantio (Fig. 1). As coberturas consistiram de uma até quatro aplicações de $35,6 \text{ g muda}^{-1}$ de uréia, no Latossolo Vermelho-Amarelo (Cerrado Denso), e de uma a quatro aplicações de $13,9 \text{ g muda}^{-1}$ de uréia, no Plintossolo (Mata de Galeria), aplicadas na forma de filetes contínuos ao redor de projeção da copa, num raio de 15 cm ao redor da muda. As doses de fósforo (0, 10, 20 e 40 kg ha^{-1} de P), na forma de superfosfato triplo, foram incorporadas ao solo da cova no momento do plantio, nas quantidades de 0, 40, 80 e 160 g cova^{-1} , no Latossolo Vermelho-Amarelo, e de 0, 15,6, 31,3 e $62,5 \text{ g cova}^{-1}$, no Plintossolo.

Nos experimentos com doses de nitrogênio, usou-se também o fósforo, na forma de superfosfato triplo na dose de 80 g cova^{-1} , no Latossolo Vermelho-Amarelo, e de $31,3 \text{ g cova}^{-1}$ no Plintossolo, como adubação de base. Nos experimentos com doses de fósforo, usou-se o nitrogênio, com duas aplicações de $35,6 \text{ g muda}^{-1}$ de uréia, no Latossolo Vermelho-Amarelo, e duas aplicações de $13,9 \text{ g muda}^{-1}$ de uréia, no Plintossolo, como adubação de base. Cada experimento contou com 12 parcelas (4 doses x 3 repetições) em delineamento de blocos ao acaso.

Coleta de dados e análise estatística

Foi avaliado o estado nutricional da copaíba 12 meses após o plantio, através da análise da composição química foliar. Foram coletadas folhas recém-maduras do terço superior da copa das plantas. As folhas, incluindo os pecíolos, foram secas a $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ em estufa de ventilação forçada e moídas em moinho tipo Willey (peneira de 20 mesh). As análises químicas dos elementos (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Al e Na) contidos no material vegetal foram realizadas por digestão em solução de ácido perclórico e peróxido de hidrogênio na proporção de 2:1 (ADLER; WILCOX, 1985). O teor de N foi determinado por colorimetria (método Nessler); o K por fotômetro de chama; e os demais elementos (P, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Al e Na) por espectrofotometria de emissão por plasma.

Aos 12 meses, avaliaram-se a sobrevivência e o diâmetro médio da copa, calculado, pela média de duas medidas perpendiculares do

diâmetro da copa. O diâmetro do colo foi medido com paquímetro digital, rente a superfície do solo. A medida inicial, tomada uma semana após o plantio, foi descontada das demais subsequentes, ou seja, obteve-se o incremento do diâmetro do colo aos 4, 8 e 12 meses após o plantio. Esse incremento representa o crescimento líquido da espécie, eliminando o fator tamanho inicial das mudas.

A análise estatística para cada nutriente, e em cada solo/ambiente, foi feita utilizando o programa Sisvar (FERREIRA, 2000), no seu procedimento Anova. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5 %. As relações entre as doses e as variáveis diâmetro do colo e de copa foram analisadas por meio de regressões polinomiais. Os dados de sobrevivência foram transformados pela equação $\sqrt{x + 0,5}$.

Resultados e Discussão

Neste estudo, foi considerada como baixa a sobrevivência ≤ 60 % (CORRÊA; CARDOSO, 1998; DURIGAN; SILVEIRA, 1999; SOUZA, 2002), média de 61 % a 80 % e alta ≥ 81 %. A aplicação de fertilizantes, em nenhum dos dois ambientes, influenciou significativamente a sobrevivência da copaíba, que se mostrou de média a alta (Tabela 3).

Tabela 3. Sobrevivência da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), expressa em percentagem, 12 meses após o plantio em função da aplicação de doses de nitrogênio e de fósforo.

| Nutriente | Dose (kg ha ⁻¹) | | | | Média | CV (%) |
|--|-----------------------------|-----|-----|-----|-------|--------|
| | 0 | 10 | 20 | 40 | | |
| Latossolo Vermelho-Amarelo (<i>Cerrado Denso</i>) ^{(1) (2)} | | | | | | |
| Nitrogênio | 67A | 50A | 92A | 83A | 73 | 16,24 |
| Fósforo | 75A | 58A | 92A | 58A | 71 | 15,08 |
| Plintossolo (<i>Mata de Galeria</i>) ^{(1) (2)} | | | | | | |
| Nitrogênio | 92A | 92A | 67A | 92A | 85 | 13,40 |
| Fósforo | 100A | 67A | 67A | 83A | 79 | 16,71 |

¹ Letras maiúsculas diferentes, em cada linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5 %.

² Médias originais não transformadas.

Em três áreas do Distrito Federal, foi encontrada sobrevivência entre 33 % e 42 % para copaíba um ano após o plantio de recuperação (SOUZA, 2002). Geralmente, a sobrevivência em plantios de recuperação é baixa e o ritmo de crescimento das espécies muito lento (DURIGAN; SILVEIRA, 1999). As principais causas da mortalidade e do pouco desenvolvimento de mudas em plantios de áreas degradadas são: o estresse hídrico, a competição com ervas invasoras, o ataque de formigas, além de danos físicos, doenças, pragas, competição e características intrínsecas das espécies (CORRÊA; CARDOSO, 1998).

O diâmetro da copa da copaíba foi afetado apenas pela aplicação de nitrogênio no Cerrado Denso (Tabela 4). Apresentando ajuste da equação de regressão significativo, sendo linear e positiva ($Y = 20,447259 + 0,446840 x$, $R^2 = 67,33\%$), indicando que o aumento da dose de nitrogênio poderia proporcionar aumento do diâmetro da copa.

Tabela 4. Diâmetro da copa (cm) da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), um ano após o plantio, em função da aplicação de doses de nitrogênio e de fósforo.

| Nutrientes | Dose (kg ha ⁻¹) | | | | Média | CV (%) |
|--|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 0 | 10 | 20 | 40 | | |
| Latossolo Vermelho-Amarelo (<i>Cerrado Denso</i>) ⁽¹⁾ | | | | | | |
| Nitrogênio ⁽²⁾ | 21,1B | 25,4B | 21,4B | 33,6A | 25,4 | 27,11 |
| Fósforo | 26,6A | 38,6A | 21,4A | 24,5A | 27,7 | 26,44 |
| Plintossolo (<i>Mata de Galeria</i>) ⁽¹⁾ | | | | | | |
| Nitrogênio | 28,1A | 31,6A | 25,6A | 31,9A | 29,3 | 26,69 |
| Fósforo | 30,5A | 35,3A | 25,6A | 35,6A | 31,8 | 32,22 |

¹ Letras maiúsculas diferentes, em cada linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5 %.

² Equação de regressão significativa ao nível de 5 %.

Quanto ao incremento em diâmetro do colo (Tabela 5), a copaíba respondeu a aplicação de nitrogênio tanto no Cerrado Denso quanto na Mata de Galeria. A aplicação de 10 kg ha⁻¹ de N no Cerrado Denso

não diferiu da dose de 40 kg ha⁻¹ de N; entretanto a menor dose proporcionou aumento no diâmetro do colo de 174 % em relação à testemunha. Na Mata de Galeria, a copaíba respondeu em incremento do diâmetro do colo, apresentando equação de regressão linear e positiva ($Y = 3,364667 + 0,058686 x$, $R^2=96,64\%$). Esses resultados diferem do encontrado por Paron et al. (1996), para os quais a adição de N não afetou a área foliar, produção de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular da copaíba.

Tabela 5. Incremento do diâmetro do colo (mm) da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), média de 3 avaliações (4, 8 e 12 meses após o plantio), em função da aplicação de doses de nitrogênio e de fósforo.

| Nutrientes | Dose (kg ha ⁻¹) | | | | Média | CV (%) |
|--|-----------------------------|-------|--------|--------|-------|--------|
| | 0 | 10 | 20 | 40 | | |
| Latossolo Vermelho-Amarelo (<i>Cerrado Denso</i>) ⁽¹⁾ | | | | | | |
| Nitrogênio | 1,43B | 3,92A | 2,46AB | 3,56A | 2,84 | 31,61 |
| Fósforo | 2,62AB | 3,44A | 2,46B | 2,72AB | 2,81 | 23,36 |
| Plintossolo (<i>Mata de Galeria</i>) ⁽¹⁾ | | | | | | |
| Nitrogênio ⁽²⁾ | 2,30B | 2,33B | 2,73AB | 3,27A | 2,66 | 12,78 |
| Fósforo | 2,50B | 3,61A | 2,73B | 4,04A | 3,22 | 19,39 |

¹ Letras maiúsculas diferentes, em cada linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5 %.

² Equação de regressão significativa ao nível de 5 %.

No Cerrado Denso, para o incremento em diâmetro do colo, a melhor dose de fósforo foi de 10 kg ha⁻¹ de P, a qual não diferiu da ausência de adubação, contudo foi 31,3 % maior do que esta. Na Mata de Galeria, a dose de 40 kg ha⁻¹ de P não diferiu do incremento proporcionado por 10 kg ha⁻¹ de P. Paron et al. (1996) verificaram que a produção de matéria seca da parte aérea da copaíba foi máxima com a aplicação de 30 mg dm⁻³ de P no solo, o qual proporcionou aumento de 283 % em relação à testemunha. Os autores consideram que o crescimento lento da copaíba pode contribuir para uma pequena demanda de P. A resposta da copaíba para o fósforo pode estar relacionada à possível presença de micorrizas em suas raízes. Saggini Júnior (1997)

considera as plantas de copaíba extremamente dependentes de micorrizas (MVAs), concluindo também que as espécies dependentes só apresentaram respostas à adubação com fósforo na presença de MVAs.

Felfili (2000) considera espécies que apresentem 5 mm de incremento diamétrico ao ano como de rápido crescimento. Tomando como base o incremento líquido médio do diâmetro do colo à altura do solo, ou seja, a média das medidas tomadas aos 4, 8 e 12 meses, descontadas da medida inicial no momento do plantio, foi estabelecido, para este estudo, um critério de classificação do crescimento. Assim, de acordo com os intervalos de incremento diamétrico, o desempenho da espécie foi classificado em: Muito lento, 0 – 1,5 mm; Lento, 1,5 – 2,5 mm; Médio, 2,5 – 3,5 mm; Bom, 3,5 – 4,5 mm e Rápido, acima de 4,5 mm.

Com base na classificação proposta, o crescimento da copaíba pode ser considerado Médio, tanto na Mata de Galeria como no Cerrado Denso, sob adubação com fósforo ou com nitrogênio (Tabela 6).

Tabela 6. Classificação do incremento líquido médio do diâmetro do colo (em mm) de mudas de copaíba aos 12 meses após o plantio em solo de Cerrado Denso e de Mata de Galeria adubadas com nitrogênio (N) ou fósforo (P), no Distrito Federal.

| Cerrado Denso | | | | Mata de Galeria | | | |
|---------------|--------|----------|--------|-----------------|--------|----------|--------|
| N | | P | | N | | P | |
| Diâmetro | Classe | Diâmetro | Classe | Diâmetro | Classe | Diâmetro | Classe |
| 2,84 | Médio | 2,81 | Médio | 2,66 | Médio | 3,22 | Médio |

Nas Tabelas 7 e 8, estão apresentados os teores de nutrientes, Al e Na nas folhas da copaíba no Latossolo Vermelho-Amarelo (Cerrado Denso) e no Plintossolo (Mata de Galeria), respectivamente. Na Tabela 9, está apresentado o teor foliar médio de espécies arbóreas e da copaíba em diferentes tipos de vegetação do Bioma Cerrado, para efeito de comparação, com os dados deste estudo.

Tabela 7. Teor de nutrientes, alumínio e sódio em folhas da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), 12 meses após o plantio em um Latossolo Vermelho-Amarelo (Cerrado Denso), em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) e de doses de fósforo (P).

| Teor foliar sob adubação com nitrogênio ⁽¹⁾ | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dose de N (kg ha ⁻¹) | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Al | Na |
| | (g kg ⁻¹) | | | | | | (mg kg ⁻¹) | | | | | | |
| 0 | 12,0B | 1,29A | 8,6A | 10,5A | 2,71A | 0,79A | 550,4B | 5,27A | 438B | 140A | 28A | 569B | 52A |
| 10 | 17,2A | 0,94A | 3,8B | 12,9A | 2,64A | 0,97A | 503,9B | 2,81B | 612AB | 36B | 27A | 900AB | 56A |
| 20 | 18,7A | 1,02A | 4,0B | 13,2A | 2,69A | 0,96A | 355,2C | 2,90B | 432B | 115AB | 26A | 657B | 77A |
| 40 | 16,0AB | 0,99A | 5,0B | 16,9A | 3,41A | 0,70A | 859,8A | 3,01AB | 727A | 203A | 31A | 1578A | 43A |
| Média | 16,0 | 1,06 | 5,3 | 13,4 | 2,86 | 0,85 | 567,3 | 3,49 | 552 | 124 | 28 | 926 | 57 |
| CV (%) | 16,18 | 18,49 | 17,58 | 29,86 | 24,95 | 28,26 | 15,04 | 36,59 | 28,95 | 57,58 | 43,83 | 64,92 | 25,87 |
| Teor foliar sob adubação com fósforo ⁽¹⁾ | | | | | | | | | | | | | |
| Dose de P (kg ha ⁻¹) | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Al | Na |
| | (g kg ⁻¹) | | | | | | (mg kg ⁻¹) | | | | | | |
| 0 | 13,5A | 0,80B | 4,6A | 14,8A | 2,57A | 0,99A | 470,6AB | 2,57A | 454A | 154A | 32A | 449A | 63B |
| 10 | 17,4A | 0,87B | 5,4A | 14,4A | 2,99A | 0,79A | 426,8B | 3,43A | 356AB | 70C | 20BC | 392A | 126A |
| 20 | 18,7A | 1,02AB | 4,0A | 16,6A | 2,69A | 0,96A | 545,1A | 2,90A | 155B | 81C | 26AB | 324A | 77B |
| 40 | 12,5A | 1,49A | 6,5A | 17,5A | 2,81A | 0,70A | 264,4C | 2,73A | 219AB | 110B | 13C | 370A | 40B |
| Média | 15,5 | 1,04 | 5,1 | 15,8 | 2,76 | 0,86 | 426,7 | 2,91 | 296 | 104 | 23 | 384 | 77 |
| CV (%) | 25,65 | 19,68 | 20,7 | 30,3 | 29,36 | 14,09 | 20,63 | 18,16 | 33,02 | 13,58 | 20,95 | 15,44 | 18,58 |

¹ Letras maiúsculas diferentes na coluna, para cada nutriente, Al e Na, e para cada fertilizante indicam diferença significativa teste de Tukey a 5 %.

Tabela 8. Teor de nutrientes, alumínio e sódio nas folhas da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), 12 meses após o plantio em um Plintossolo (Mata de Galeria), em função da aplicação de doses de nitrogênio (N) e de doses de fósforo (P).

| Teor foliar sob adubação com nitrogênio ⁽¹⁾ | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-------|-------|--------|--------|-------|------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dose de N (kg ha ⁻¹) | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Al | Na |
| | (g kg ⁻¹) | | | | | | (mg kg ⁻¹) | | | | | | |
| 0 | 14,9A | 2,60A | 5,5AB | 15,5A | 3,01A | 1,47A | 62,1A | 3,40AB | 181AB | 56A | 38A | 289A | 54BC |
| 10 | 24,7A | 1,24B | 7,5A | 9,9AB | 3,13A | 1,19A | 62,3A | 5,70A | 253A | 18B | 16B | 336A | 729B |
| 20 | 18,9A | 1,06B | 5,4AB | 8,9B | 1,86B | 1,23A | 55,7A | 2,60B | 161B | 46A | 38A | 178B | 40C |
| 40 | 19,7A | 1,00B | 5,19B | 10,5AB | 2,63AB | 0,87A | 49,5A | 3,13B | 178AB | 48A | 12B | 150B | 123A |
| Média | 19,5 | 1,47 | 5,9 | 11,2 | 2,65 | 1,19 | 57,4 | 3,71 | 193 | 42 | 26,0 | 238 | 72 |
| CV (%) | 24,24 | 20,90 | 19,84 | 23,10 | 13,39 | 33,23 | 20,44 | 19,65 | 14,44 | 17,81 | 17,42 | 17,59 | 13,60 |
| Teor foliar sob adubação com fósforo ⁽¹⁾ | | | | | | | | | | | | | |
| Dose de P (kg ha ⁻¹) | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Fe | Mn | Zn | Al | Na |
| | (g kg ⁻¹) | | | | | | (mg kg ⁻¹) | | | | | | |
| 0 | 17,0A | 1,02A | 5,4A | 11,7A | 2,68A | 1,31A | 551,2A | 5,17A | 190A | 46A | 36A | 205A | 67AB |
| 10 | 13,7A | 1,05A | 6,0A | 11,2A | 1,82A | 0,57B | 240,0B | 4,80A | 166A | 43A | 37A | 139A | 86A |
| 20 | 18,9A | 1,06A | 5,4A | 8,9A | 1,86A | 1,23A | 290,1B | 2,50B | 161A | 46A | 38A | 178A | 40B |
| 40 | 13,9A | 0,98A | 5,9A | 10,1A | 2,09A | 1,31A | 196,5B | 2,47B | 209A | 43A | 18B | 145A | 45B |
| Média | 15,9 | 1,03 | 5,7 | 10,4 | 2,11 | 1,10 | 319,5 | 3,73 | 181 | 45 | 32 | 167 | 59 |
| CV (%) | 24,10 | 14,95 | 24,69 | 14,71 | 28,42 | 28,17 | 22,65 | 21,74 | 18,25 | 16,20 | 18,43 | 19,91 | 24,39 |

¹ Letras maiúsculas diferentes na coluna, para cada nutriente, Al e Na, e para cada fertilizante indicam diferença significativa teste de Tukey a 5 %.

Tabela 9. Teor foliar médio de nutrientes em espécies arbóreas, em diferentes tipos de vegetação.

| Elemento | Vegetação arbórea | | <i>Copaifera langsdorffii</i> ⁽³⁾ | |
|---------------------------|------------------------------|------------------------|--|-------------|
| | Cerrado Denso ⁽¹⁾ | Cerrado ⁽²⁾ | Cerradão | |
| | | | Distrófico | Mesotrófico |
| N | 14,7-40,1 | 8,5-13,2 | - | - |
| P | 0,5-1,8 | 0,4-0,9 | - | - |
| K (g kg ⁻¹) | 4,0-11,1 | 2,8-9,3 | 5,3 | 7,3 |
| Ca | 0,6-17,0 | 1,6-13,5 | 3,4 | 10,1 |
| Mg | 0,6-4,4 | 0,7-2,9 | 1,8 | 2,1 |
| Fe | 62-177 | - | 97 | 61 |
| Mn | 17-423 | - | 611 | 663 |
| Zn (mg kg ⁻¹) | 15-25 | - | 71 | 32 |
| Cu | 3,5-14,3 | - | 11 | 9 |
| Al | 155-360 e 2787-18707* | 90-120 e 1110-1680* | 76 | 38 |

(-) Valor não determinado; (*) espécies acumuladoras de alumínio.

Fonte: ¹Ribeiro (1983) coleta em outubro; ²Medeiros (1983) coleta em novembro em área não queimada; ³Haridasan e Araújo (1988).

O teor foliar de nitrogênio (N) considerado adequado é de 15 g kg⁻¹ (MALAVOLTA, 1980; EPSTEIN, 1975). Na ausência de adubação com N, tanto no Cerrado Denso como na Mata de Galeria, o teor foliar de N (12,0 e 14,9 g kg⁻¹), respectivamente, está abaixo do teor foliar considerado adequado. Quando adubadas com doses de fósforo, as mudas de copaíba receberam uma adubação básica com nitrogênio (20 kg ha⁻¹ de N). No Cerrado Denso, com a dose de fósforo que proporcionou o menor incremento no diâmetro do colo (20 kg ha⁻¹ de P), as mudas de copaíba alcançaram o maior teor foliar de N (18,7 g kg⁻¹), evidenciando um efeito de concentração. Na Mata de Galeria, as doses de fósforo que proporcionaram maior incremento do diâmetro do colo para as mudas de copaíba (10 e 40 kg ha⁻¹ de P) apresentaram menor teor foliar de N (13,7 e 13,9 g kg⁻¹, respectivamente), não atingindo o teor considerado adequado, evidenciando um efeito de diluição.

O teor foliar de fósforo (P) considerado adequado está entre $1,8 \text{ g kg}^{-1}$ e $2,0 \text{ g kg}^{-1}$ (MALAVOLTA, 1980; DRECHSEL; ZECK, 1991). As mudas de copaíba plantadas tanto na Mata de Galeria, quanto no Cerrado Denso, não alcançaram esse teor, mesmo quando adubadas com a maior dose de fósforo. Nos experimentos com doses de nitrogênio, as mudas de copaíba receberam uma adubação básica com fósforo (20 kg ha^{-1} de P). No Cerrado Denso, as doses de nitrogênio que proporcionaram o maior incremento em diâmetro do colo da copaíba (10 kg ha^{-1} e 40 kg ha^{-1} de N) tenderam a apresentar os menores teores de P nas folhas ($0,94 \text{ g kg}^{-1}$ e $0,99 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente). Na Mata de Galeria, a resposta da copaíba em incremento do diâmetro do colo, quando adubada com nitrogênio, foi linear e positiva; e, como o teor foliar de P foi mais elevado na dose zero de N, possivelmente houve efeito de concentração.

Neste estudo, as mudas de copaíba não mostraram alteração nos teores foliares de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) em função das doses de P aplicadas, tanto no Cerrado Denso como na Mata de Galeria. O teor adequado de K nas folhas é 10 g kg^{-1} (EPSTEIN, 1975). A copaíba, em nenhum dos tratamentos estudados, atingiu esse teor, apesar de o K ter sido adicionado na adubação de base, na quantidade de $3,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O , em todos os tratamentos, indicando provavelmente que essa dose foi baixa. Os valores alcançados se assemelham ao teor encontrado por Haridasan e Araújo (1988), para a copaíba em Cerradão distrófico (Tabela 9).

O limite mínimo adequado para o teor foliar de Ca é de 5 g kg^{-1} (EPSTEIN, 1975; MILLS; JONES JUNIOR, 1996). A copaíba alcançou teor foliar de Ca superior a esse valor, em todos os tratamentos, nos dois locais; possivelmente esse resultado está relacionado à adubação de base com gesso. O teor foliar de cálcio sofreu alteração significativa somente quando adubado com doses de nitrogênio na Mata de Galeria, com provável efeito de diluição, uma vez que houve resposta linear e positiva em incremento do diâmetro do colo, em função das doses de N aplicadas. Em vegetação natural, a copaíba não alcançou o teor adequado de cálcio no Cerradão distrófico (Tabela 9).

Para o magnésio, $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ é o teor foliar considerado adequado (MILLS; JONES JUNIOR 1996). A copaíba alcançou teores de Mg nas folhas superiores a esse valor, em todos os tratamentos, nos dois locais. Em vegetação natural, mesmo em solo distrófico, a copaíba alcançou o teor foliar adequado (Tabela 9). A faixa considerada adequada para o teor foliar de enxofre é de $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ a $5,0 \text{ g kg}^{-1}$ (MILLS; JONES JUNIOR, 1996). A copaíba, em nenhum dos tratamentos estudados, atingiu esse teor. Em Mata de Galeria, os valores ficaram compreendidos entre $0,57 \text{ g kg}^{-1}$ a $1,47 \text{ g kg}^{-1}$ de S. Em Cerrado Denso, o teor foliar variou entre $0,70 \text{ g kg}^{-1}$ a $0,99 \text{ g kg}^{-1}$ de S. Como o enxofre não tem sido um elemento estudado em vegetações naturais, faltam parâmetros para comparação.

O teor foliar de boro (B) considerado adequado é de 20 mg kg^{-1} (EPSTEIN, 1975; MILLS; JONES JUNIOR, 1996). Em alguns tratamentos, os teores de B nas folhas da copaíba superaram em 3 a até 40 vezes esse valor. Como esse elemento também não tem sido estudado na vegetação natural, faltam parâmetros para comparação. O teor foliar de 6 mg kg^{-1} de cobre (Cu) é considerado adequado (MALAVOLTA, 1980; DRECHSEL; ZECK, 1991). A copaíba, em nenhum dos tratamentos estudados, atingiu esse teor. Em Mata de Galeria, os valores ficaram compreendidos entre $2,47 \text{ mg kg}^{-1}$ a $5,70 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cu. Em Cerrado Denso, o teor foliar de cobre variou entre $2,73 \text{ mg kg}^{-1}$ a $5,27 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cu. Em vegetação natural, seja em solo distrófico ou mesotrófico, a copaíba apresentou teores foliares de Cu superiores ao mínimo adequado (Tabela 9).

Para o ferro (Fe), 100 mg kg^{-1} é o teor foliar adequado (EPSTEIN, 1975). Em vegetação natural, o teor encontrado para a copaíba variou de 60 mg kg^{-1} de Fe, em solo mesotrófico até um valor 50 % maior, em solo distrófico (Tabela 9). Neste estudo, a copaíba alcançou teor foliar de ferro superior no Latossolo Vermelho-Amarelo (Cerrado Denso), em relação ao Plintossolo (Mata de Galeria), mas, em ambos os casos, acima do teor mínimo adequado. O teor foliar de manganês (Mn) considerado adequado é de 50 mg kg^{-1} (EPSTEIN, 1975; MALAVOLTA, 1980) ou entre 10 mg kg^{-1} até 200 mg kg^{-1} (MILLS;

JONES JUNIOR, 1996). Neste estudo, a copaíba também alcançou teor foliar de Mn superior no Latossolo Vermelho-Amarelo (Cerrado Denso), em relação ao Plintossolo (Mata de Galeria), e em ambos os casos, dentro da faixa considerada adequada por Mills e Jones Junior (1996).

O teor foliar de zinco (Zn) considerado adequado varia muito de acordo com o autor. Situando-se em 9 mg kg^{-1} de Zn (DRECHSEL; ZECK, 1991); 20 mg kg^{-1} de Zn (MALAVOLTA, 1980; EPSTEIN, 1975); ou ainda entre 15 mg kg^{-1} e 50 mg kg^{-1} de Zn (MILLS; JONES JUNIOR, 1996). Neste estudo, os teores de Zn nas folhas da copaíba ficaram compreendidos entre 12 mg kg^{-1} a 38 mg kg^{-1} na Mata de Galeria e entre 13 mg kg^{-1} a 32 mg kg^{-1} no Cerrado Denso. Em vegetação natural, os teores de Zn ficaram entre 32 mg kg^{-1} , no solo mesotrófico, a 71 mg kg^{-1} , no solo distrófico (Tabela 9). Marques et al. (2000), trabalhando com crescimento e teores de metais pesados em mudas de espécies arbóreas, encontraram teor de Zn na parte aérea da copaíba de 80 mg kg^{-1} , na ausência de solo contaminado.

O teor de sódio (Na) não tem sido analisado nas folhas da vegetação natural. Assim como, para o enxofre e o boro, faltam parâmetros para comparação. Neste estudo, a copaíba alcançou teor foliar de Na entre $40,2 \text{ mg kg}^{-1}$ a $125,9 \text{ mg kg}^{-1}$ no Cerrado Denso, e entre $40,1 \text{ mg kg}^{-1}$ a $123,2 \text{ mg kg}^{-1}$, na Mata de Galeria.

Os teores de alumínio (Al) nas folhas da copaíba ficaram compreendidos em uma ampla faixa. Os teores foram superiores no Latossolo Vermelho-Amarelo (Cerrado Denso) em relação ao Plintossolo (Mata de Galeria), variando entre 324 mg kg^{-1} a 1.578 mg kg^{-1} de Al e entre 139 mg kg^{-1} a 336 mg kg^{-1} de Al, respectivamente. Os teores de Al nas folhas de plantas adultas de copaíba em vegetação de Cerradão mesotrófico e distrófico foram bem inferiores ao encontrados neste estudo. Entretanto, Silva (1991) também encontrou grande variação nos teores de Al nas folhas da copaíba, de acordo com o local do Distrito Federal; 1.457 mg kg^{-1} na Mata de Galeria Olho d'água da Onça; 1.369 mg kg^{-1} na Mata do Monjolo; e apenas 231 mg kg^{-1} de Al na Mata do Gama.

Conclusões

A aplicação de doses de fósforo ou doses de nitrogênio não influenciou a sobrevivência da copaíba, tanto no Cerrado Denso como na Mata de Galeria.

O incremento em diâmetro de copa da copaíba foi afetado de forma linear e positiva ($Y = 20,447259 + 0,446840 x$, $R^2 = 67,33\%$) com a aplicação de nitrogênio no Cerrado Denso, sendo a maior dose utilizada de 40 kg ha^{-1} de N.

O incremento do diâmetro do colo da copaíba foi afetado pela aplicação de nitrogênio. De forma linear e positiva ($Y = 3,364667 + 0,058686 x$, $R^2 = 96,64\%$), com a maior dose utilizada de 40 kg ha^{-1} de N na Mata de Galeria. Enquanto, no Cerrado Denso, a melhor dose foi a de 10 kg ha^{-1} de N.

O incremento do diâmetro do colo da copaíba foi afetado pela aplicação de 10 kg ha^{-1} de P na Mata de Galeria.

Referências

ADLER, P. R.; WILCOX, G. E. Rapid perchloric acid digest methods for analysis of major elements in plant tissue. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 16, p. 1153-1163, 1985.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ARAÚJO, G. M. **Comparação do estado nutricional de dois cerradões em solos distrófico e mesotrófico no planalto central do Brasil**. 1984. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

ARAÚJO, G. M.; HARIDASAN, M. A. A comparison of the nutrient status of two forests on dystrophic and mesotrophic soils in the cerrado region of central Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, p. 1075-1089, 1988.

BRUFORD, G. R. **The effect of fertilizers on the soil on three natives species of the Cerrado in Central Brazil**. 1993. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Oxford, Oxford.

CARVALHO, E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 1039 p.

CASCON, V.; GILBERT, B.; ARAUJO, G. L.; ROCHA, L. M.; TEIXEIRA, L. A.; CARVALHO, E. S. Avaliação da atividade antimicrobiana de óleo resina de *Copifera* spp. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 16., Recife, 2000, **Resumos...** Recife: UFPE, 2000. p. 223.

CORRÊA, R. S.; CARDOSO, E. S. Espécies testadas na revegetação de áreas degradadas. In: CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. (Org.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado**. Brasília, DF: Paralelo 15, 1998. p. 101-116.

DRECHSEL, P.; ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad-leaved tropical trees: a tabular review. **Plant and Soil**, n. 121, p. 29-46, 1991.

DUBOC, E.; VENTURIM, N.; VALE, F. do; DAVIDE, A. C. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba). **Cerne**, Lavras, MG, v. 2, n. 2, p. 31-47, 1996.

DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H. F. Florística e fitossociologia de matas ciliares do oeste paulista. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, n. 7, v. 2, p. 197-239, 1995.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R. da. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 135-144, dez. 1999.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1979.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo: EDUSP, 1975. 341 p.

FELFILI, J. M. Crescimento, recrutamento e mortalidade nas matas de galeria do planalto central. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (Org). **Tópicos Atuais em Botânica**. Brasília, DF: Embrapa, 2000. p. 152-157.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programa e resumos...** [S.l.]: RBSIB: UFSCcar, 2000. p. 255-258.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R. do; RESENDE, A. V. de; SILVA, I. R. Liming effects on growth of woody species from the Brazilian Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 829-837, 1999.

GARCIA, M. A. **Resposta de duas espécies acumuladoras de alumínio à fertilização com fósforo, cálcio e magnésio**. 1990. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

GURGEL FILHO, O. A.; MORAES, J. L.; MORAES, E. Caracteres silviculturais e competição entre espécies folhosas. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16 A, n. 2, p. 895-900, 1982a.

GURGEL, FILHO, O. A.; MORAES, J. L.; GURGEL GARRIDO, L. M. A. Espécies nativas euxilóforas. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16 A, n. 2, p. 890-894, 1982b.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral das plantas nativas do cerrado – grupos funcionais. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (Org.). **Tópicos Atuais em Botânica**. Brasília, DF: Embrapa, 2000. p. 159-164.

HARIDASAN, M.; ARAÚJO, G. M. de. Aluminium-accumulating species in two forest communities in the Cerrado Region of central Brazil. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 24, p. 15-26, 1988.

KAUFFMAN, J. B.; CUMMINGS, D. L.; WARD, D. E. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian Cerrado. **Journal of Ecology**, n. 82, p. 519-531, 1994.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral**. Piracicaba: Ceres, 1980. 254 p.

MARQUES, T. C. L. de S. e M.; MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. Crescimento e teor de metais de mudas de espécies arbóreas cultivadas em solo contaminado com metais pesados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 121-132, 2000.

MEDEIROS, R. A. **Comparação do estado nutricional de algumas espécies acumuladoras e não-acumuladoras de alumínio nativas do Cerrado**. 1983. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

MELO, J. T. **Respostas de espécies arbóreas do cerrado a nutrientes em Latossolo Vermelho Escuro**. 1999. 104 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. **Plant analysis handbook II**. Athens, Georgia: Micromacro, 1996. 422 p.

MIRANDA, R. C. M.; WANDERLEY, T. K. V.; MOURA, W.; ARAÚJO, J. Atividade antimicrobiana do óleo de copaíba (*Copaifera* spp.) de diferentes procedências. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 16., Recife, 2000, **Resumos...** UFPE: Recife, 2000. p. 223.

MORAES, C. D. A. **Resposta de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado à adubação e calagem**. 1994. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

NOGUEIRA, J. C. B. **Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas**. São Paulo: Instituto Florestal, 1977. 75 p. (Boletim técnico, 24).

OLIVEIRA JUNIOR, L. Caracterização química do solo, de folhas e de frutos de Cagaita (*Eugenia dysenterica*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Informação, globalização, uso do solo**: anais. Rio de Janeiro: SBCS, 1997. p. 20-21.

OLIVEIRA, P. E. A. M.; PEREIRA, L. A.; LIMA, V. L. G. de F.; FRANCO, A. C.; BARBOSA, A. A. A.; BATMANIAN, G. J.; MOURA, L. C. Levantamento preliminar de um cerrado no Parque Nacional de Brasília. **Boletim Técnico IBDF**, n. 7, p. 25-31, 1982.

PARON, M. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; VALE, F. R. Crescimento da copaíba e guatambú em resposta a fungo micorrízico, superfosfato, nitrogênio e fumigação do solo. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 15-30, 1996.

RIBEIRO, J. F. **Comparação da concentração de nutrientes na vegetação arbórea e nos solos de um Cerrado e um Cerradão no Distrito Federal, Brasil**. 1983. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

RIBEIRO, J. F.; SANO, S. M.; MACÊDO, J.; SILVA, J. A. **Os principais tipos fitofisionômicos da região dos Cerrados**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1983. 28 p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 21).

SAGGIN JÚNIOR, O. J. **Micorrizas arbusculares em mudas de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro**. 1997. 120 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, D. B. da; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. de. **Frutas do Cerrado**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

SILVA, P. E. N. **Estado nutricional de comunidades arbóreas em quatro Matas de Galeria na região dos Cerrados do Brasil central**. 1991. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

SOUZA, C. C. **Estabelecimento e crescimento inicial de espécies florestais em plantios de recuperação de Matas de Galeria do Distrito Federal**. 2002. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 416 p.

TOLEDO FILHO, D. V. Competição de espécies arbóreas do cerrado. São Paulo : **Boletim Técnico do Instituto Florestal**. v. 42, p. 61-70, maio 1988.

VEIGA JÚNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O gênero *Copaifera* L. **Química Nova**, v. 25, p. 273-286, 2002.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim técnico, 7).

VILELA, D. M.; HARIDASAN, M. Response of the ground layer community of a cerrado vegetation in Central Brazil to liming and irrigation. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 163, p. 25-31, 1994.