

**Resposta de Mudras de Cagaita
(*Eugenia dysenterica* DC) a
Doses de N, P, K, Ca e Mg**



ISSN 1676-918X
ISSN online 2176-509X
Fevereiro, 2009

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 234

Resposta de Mudanças de Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) a Doses de N, P, K, Ca e Mg

*José Teodoro de Melo
Mundayatan Haridasan*

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: *Paloma Guimarães Correa de Oliveira*

Editoração eletrônica: *Wellington Cavalcanti*

Capa: *Wellington Cavalcanti*

Foto(s) da capa: *Maria Cristina de Oliveira*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2008): 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

M528r Melo, José Teodoro de.

Resposta de mudas de cagaíta (*Eugenia dysenterica* DC) a doses de N, P, K, Ca e Mg / José Teodoro de Melo, Mundayatan Haridasan. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2009.

27 p. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X ; 234).

1. Cerrado. 2. Adubação. 3. Nutrição vegetal. 4. Cagaíta – fruta tropical. I. Haridasan, Mundayatan. II. Título. III. Série.

634.6 - CDD 21

© Embrapa 2009

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados	12
Altura e diâmetro do colo	12
Produção de matéria seca e relação raiz parte aérea	16
Concentração de nutrientes na biomassa.....	20
Conclusões.....	25
Referências	26

Resposta de Mudanças de Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) a Doses de N, P, K, Ca e Mg

*José Teodoro de Melo*¹

*Mundayatan Haridasan*²

Resumo

O objetivo deste trabalho foi determinar a resposta de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) a N, P, K, Ca e Mg em solo distrófico. O trabalho foi em casa de vegetação, em fatorial fracionado (1/3) 3⁵ três níveis de N, P, K, Ca e Mg, inteiramente casualizado, duas repetições de uma planta. O substrato foi Latossolo Vermelho-Escuro da camada superficial (0 cm a 15 cm). As fontes de nutrientes foram uréia, ácido ortofosfórico, cloreto de potássio, carbonato de cálcio e carbonato de magnésio. A aplicação de cada nutriente aumentou a concentração do próprio nutriente em todas as partes da planta. O P foi o nutriente mais limitante. O K aumentou a matéria seca radicular, enquanto o P diminuiu. O N diminuiu a concentração de Mg na parte aérea e aumentou o K radicular. O P aumentou a concentração de N e de S na parte aérea e raízes. O P aumentou a concentração radicular, de Mg. A fertilização com Ca aumentou o N foliar e P e S radicular. O Mg causou decréscimo no Ca radicular.

Termos para indexação: adubação, nutrição de plantas, Cerrado.

¹ Engenheiro Florestal, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, teodoro@cpac.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Professor da Universidade de Brasília, hari@unb.br

Response Cagaita Seedlings of Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) to Nutrients in a Dark Red Latosol

Abstract

*The objective of this investigation was to determine the response of cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) to N, P, K, Ca and Mg in a dystrophic soil. The investigation was in a greenhouse a (1/3) 3⁵ factorial experiment with a completely random design, two replications and one seedling per pot. The soil utilized was collected from the surface layer (0-15 cm) of a dark red latosol. The fertilizer materials used were urea, orthophosphoric acid, potassium chloride, calcium carbonate and magnesium carbonate. The addition of each nutrient to the soil increased its concentration in all components of the plant. Phosphorus was found to be limiting, promoting better growth and production of dry matter in the seedlings. Only Ca and P increased aerial biomass while K increased root biomass. Phosphorus increased N and S concentrations in the shoot and as well as the root. P also increased Mg in the root and decreased Ca in the shoot. Addition of Ca increased N in the leaves and P and S in the roots. Ca decreased with the addition of Mg.*

Index terms: fertilization, plants nutrition, savanna.

Introdução

O conhecimento dos recursos que limitam o crescimento das plantas, principalmente na fase de mudas, é de grande importância para entender os processos que contribuem para a manutenção da diversidade de espécies e do porte da vegetação.

A vegetação lenhosa do Cerrado apresenta baixos teores de nutrientes na biomassa, principalmente Ca, K e Mg (RIBEIRO, 1983; HARIDASAN; ARAÚJO, 1988; SILVA, 1990), e várias dessas espécies acumulam Al nos tecidos (HARIDASAN, 1982; HARIDASAN et al., 1987). Algumas espécies ocorrem apenas em solos distróficos com baixo teor de Ca; outras, em solos mesotróficos com altos teores de Ca (HARIDASAN; ARAÚJO, 1988). Vilela (1990) avaliou a resposta do estrato herbáceo de um Cerrado à irrigação e à calagem, e concluiu que a água foi fator limitante ao crescimento da parte aérea de gramíneas. Por outro lado, a baixa concentração de Ca disponível no solo não parece ser o fator mais limitante à produção primária da camada rasteira do Cerrado. Os trabalhos até agora desenvolvidos geralmente analisam o efeito de calagem, sem considerar o Ca e o Mg separadamente como nutrientes.

O fato de as espécies nativas do Cerrado serem tolerantes à baixa fertilidade não elimina a possibilidade de respostas à fertilização. Bruford (1993) analisou a resposta de *Palicourea rigida*, Canela-de-velha (*Miconia albicans*) e Pau-terra (*Qualea parviflora*) à fertilização e à calagem e obteve aumento na concentração foliar de Ca, K e P com o aumento da fertilidade do solo. Moraes (1994) avaliou a resposta de três leguminosas – Faveiro Fava d'anta (*Dimorphandra mollis*), Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) e *Dalbergia violacea* – e de três não leguminosas – Carne-de-vaca (*Roupala Montana*), vassoura-de-bruxa, (*Ouatea hexasperma*) e mandioqueira (*Didymopanax macrocarpum*) – à adubação e calagem, avaliando a concentração nos tecidos. Os resultados mostraram que apenas *Roupala montana* não respondeu à maior disponibilidade de Ca no solo.

Várias espécies do Cerrado, por causa do valor econômico e também pela ampla ocorrência, apresentam grande potencial de uso em plantios. Entre essas, a cagaíta (*Eugenia dysenterica* DC), da família Myrtaceae, apresenta distribuição ampla, ocorrendo naturalmente nos estados da Bahia, Minas Gerais, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Piauí, São Paulo, Tocantins e Distrito Federal, nas fisionomias de cerradão mesotrófico e distrófico e Cerrado *sensu stricto*. Trata-se de árvore melífera e ornamental cuja madeira é utilizada em pequenas obras civis e na produção de carvão e lenha. Seus frutos são bastante difundidos na região do Cerrado, sendo consumidos ao natural ou na forma de sorvete (ALMEIDA et al., 1998). De acordo com Silva Júnior et al., (1987), essa espécie parece estar relacionada a solos de baixa fertilidade, pois atinge o mais alto índice de valor de importância nesse tipo de solos e, por isso, provavelmente apresenta maior capacidade de competição em solos de baixa fertilidade, podendo ser considerada planta indicadora de solos desse tipo.

Assim, no presente trabalho, foram avaliados os efeitos de doses de N, P, K, Ca e Mg sobre o crescimento, a produção de biomassa, relação raiz parte aérea e a concentração de nutrientes na biomassa de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados da Embrapa, em Planaltina, DF. Como recipientes, foram usados vasos de polietileno com capacidade para 1.230 cm³ (13,6 cm de diâmetro na boca, 10,3 cm de diâmetro no fundo 11,8 cm de altura). Foram semeadas cinco sementes por vaso e, após a germinação, as mudas em excesso foram retiradas, deixando-se apenas uma. O solo utilizado foi Latossolo Vermelho-Escuro argiloso (52 % argila, 13 % silte, 3 % areia grossa e 25 % areia fina), coletado de Cerrado *sensu stricto*, em área protegida da Embrapa Cerrados, na camada de 0 cm a 15 cm, peneirado e esterilizado em autoclave a 120 °C por duas horas. As características químicas do solo estão na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado nos experimentos.

Característica	Valor
pH em água	4,8
P, mg kg ⁻¹	0,1
K, cmol(+) dm ⁻³	0,07
Ca, cmol(+) dm ⁻³	0,17
Mg, cmol(+) dm ⁻³	0,07
Al, cmol(+) dm ⁻³	0,38
H + Al, cmol(+) dm ⁻³	6,16
Argila (%)	52
Silte (%)	13
Areia grossa (%)	3
Areia fina (%)	25

O delineamento estatístico foi fatorial fracionado (1/3)3⁵ (COCHRAN; COX, 1957), composto de três níveis de N, P, K, Ca e Mg, inteiramente casualizado com duas repetições de uma planta por vaso e rotação dos vasos a cada mês. Os tratamentos foram formados por combinações de três níveis dos nutrientes conforme descrito na Tabela 2, perfazendo 81 tratamentos (Tabela 3). As fontes de nutrientes utilizadas foram uréia, ácido ortofosfórico, cloreto de K, carbonato de cálcio e carbonato de magnésio.

Tabela 2. Níveis de nutrientes e quantidade de fertilizantes aplicado em cada vaso com 1,2 kg de solo.

Nutriente	mg kg ⁻¹ solo			mg fertilizante/vaso		
	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 0	Nível 1	Nível 2
N	0	60	120	0	160	320
P	0	100	200	0	536	1071
K	0	60	120	0	144	288
Ca	0	60	120	0	180	360
Mg	0	30	60	0	125	250

Tabela 3. Relação dos tratamentos formados pelas diferentes combinações dos níveis de nutrientes.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
1	0	0	0	0	0	21	0	2	0	2	2
2	0	0	0	1	2	22	0	2	1	1	2
3	0	0	0	2	1	23	0	2	1	2	1
4	0	0	1	1	1	24	0	2	1	0	0
5	0	0	1	2	0	25	0	2	2	0	2
6	0	0	1	0	2	26	0	2	2	1	1
7	0	0	2	2	2	27	0	2	2	2	0
8	0	0	2	1	0						
9	0	0	2	0	1	28	1	0	0	1	1
						29	1	0	0	0	2
10	0	1	0	1	1	30	1	0	0	2	0
11	0	1	0	2	0	31	1	0	1	0	1
12	0	1	0	0	2	32	1	0	1	1	0
13	0	1	1	0	1	33	1	0	1	2	2
14	0	1	1	1	0	34	1	0	2	2	1
15	0	1	1	2	2	35	1	0	2	1	2
16	0	1	2	0	0	36	1	0	2	0	0
17	0	1	2	1	2						
18	0	1	2	2	1	37	1	1	0	2	2
						38	1	1	0	1	0
19	0	2	0	1	0	39	1	1	0	0	1
20	0	2	0	0	1	40	1	1	1	1	2

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
41	1	1	1	0	0
42	1	1	1	2	1
43	1	1	2	0	2
44	1	1	2	1	1
45	1	1	2	2	0
46	1	2	0	2	1
47	1	2	0	0	0
48	1	2	0	1	2
49	1	2	1	2	0
50	1	2	1	0	2
51	1	2	1	1	1
52	1	2	2	2	2
53	1	2	2	1	0
54	1	2	2	0	1
55	2	0	0	1	0
56	2	0	0	0	1
57	2	0	0	2	2
58	2	0	1	2	1
59	2	0	1	1	2
60	2	0	1	0	0
61	2	0	2	1	1

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
62	2	0	2	2	0
63	2	0	2	0	2
64	2	1	0	1	2
65	2	1	0	2	1
66	2	1	0	0	0
67	2	1	1	1	1
68	2	1	1	0	2
69	2	1	1	2	0
70	2	1	2	0	1
71	2	1	2	2	2
72	2	1	2	1	0
73	2	2	0	2	0
74	2	2	0	1	1
75	2	2	0	0	2
76	2	2	1	0	1
77	2	2	1	1	0
78	2	2	1	2	2
79	2	2	2	0	0
80	2	2	2	2	1
81	2	2	2	1	2

Os fertilizantes foram pesados separadamente e adicionados ao solo antes do plantio. Durante o período de avaliação do crescimento das mudas, foram aplicados semanalmente 5 ml de solução de benlate (benomil) 0,5 % por vaso, visando à redução de incidência de doenças fúngicas, principalmente fusariose. A umidade do substrato foi mantida por meio de irrigações com água destilada.

O diâmetro do colo e a altura das plantas foram avaliados a cada 15 dias, durante 345 dias. Decorrido esse período, as plantas foram cortadas no nível do substrato e separadas em parte aérea (folhas e galhos) e em raiz. Lavando o substrato com leves jatos de água; em seguida os materiais foram secos a 60 °C em estufa (Fabbe, Modelo 171), durante 72 horas, para avaliação da produção de matéria seca e dos teores de nutrientes.

Os materiais secos foram moídos em moinho Wiley e digeridos por uma solução de ácido perclórico e peróxido de hidrogênio na proporção de 2:1 (ADLER; WILCOX, 1985). O Ca e o Mg foram determinados através de espectrofotometria de absorção atômica; o K, no fotômetro de chama; e o P e o S, por espectrofotometria. O N foi determinado por colorimetria (método de Nessler).

Para tornar os ensaios balanceados, visto que houve morte natural de algumas plantas, foi usada a média das duas repetições, ou o valor observado na parcela sobrevivente (DAVIES, 1978; HINKELMANN; KEMPTHORNE, 1994). Foram determinados o efeito de cada nutriente bem como as interações entre dois nutrientes, para as variáveis altura, diâmetro do colo, produção de matéria seca da folha, do caule e da raiz, relação raiz/parte aérea e teor de nutrientes na raiz e parte aérea. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Resultados

Altura e diâmetro do colo

O crescimento em altura das mudas de *Eugenia dysenterica* foi contínuo durante os 345 dias de duração do experimento (Fig. 1), sendo mais lento até 200 dias após a semeadura. Nessa segunda fase, houve

um aumento do número de lançamentos de novos e longos entrenós, aumentando o crescimento em altura. Essa mudança no ritmo de crescimento ocorreu por volta de dezembro e pode estar ligada a algum mecanismo fisiológico responsável pela emissão de novos ramos. Considerando cada nutriente isoladamente, verificou-se que houve efeito significativo do P e do Ca com interação significativa entre esses elementos (Fig. 2). As plantas que receberam 60 mg de Ca kg⁻¹ de solo e 100 mg de P kg⁻¹ de solo alcançaram em média 15,3 cm de altura, valor 3,3 vezes o alcançado pelas plantas que não receberam esses nutrientes. A interação entre Ca e P mostra que, para obter maior crescimento, deve ser aplicado pelo menos 100 mg de P kg⁻¹ de solo. Interação entre Ca e P foi observada por Valeri et al. (1985) para *Eucalyptus grandis*. As doses de N, K e Mg não afetaram significativamente o crescimento em altura. Ausência de efeito de K e Mg foi observada, para jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), por Duboc et al. (1996) e, por Braga et al. (1995), para peroba rosa (*Aspidosperma polyneuron*). Com relação ao K, ausência de resposta foi observada por Silveira (2000) em progênies de *Eucalyptus grandis*.

O crescimento em diâmetro do colo das mudas de *Eugenia dysenterica* foi contínuo durante os 345 dias de duração do experimento (Fig. 3). De todos os nutrientes testados, apenas o P e o Ca tiveram efeito significativo sobre o diâmetro das plantas (Fig. 4 e 5). Efeito significativo de P foi observado por Simões e Couto (1973) sobre o crescimento em diâmetro de pinheiro do Paraná, e para *Eucalyptus grandis*, por Valeri et al. (1985). Ao final do experimento, o diâmetro médio das plantas que receberam 100 mg de P kg⁻¹ de solo atingiu cerca de 2,8 mm e as que não receberam P ou que receberam 200 mg de P kg⁻¹ de solo alcançaram 2,4 mm. Esses resultados mostram que só houve resposta ao P até a dosagem de 100 mg kg⁻¹ de solo. As plantas que não receberam adubação com Ca alcançaram diâmetro médio de 2,4 mm – valor significativamente menor que os obtidos nas parcelas adubadas, as quais mediram 2,6 mm. Assim só houve resposta até 60 mg de Ca kg⁻¹ de solo. Efeito positivo do Ca foi observado por Venturin et al. (2000) em mudas de aroeira, uma espécie muito comum

na região do Cerrado. Nesse trabalho, os autores observaram interação entre Ca e Mg, fato que não foi observado no presente trabalho. Os resultados mostraram resposta ao P até 100 mg kg^{-1} de solo, entretanto essa resposta é maior quando se aplica Ca. Isso mostra que maior resposta ao P pode depender de adequado suprimento de Ca. A Interação entre Ca e P, afetando a produção de matéria seca e a relação raiz/parte aérea, também foi encontrada por Ulhoa (1997) para *Dipteryx alata* e *Solanum lycocarpum*. Esse autor observou queda na produção de matéria seca da parte aérea para doses mais altas de Ca dentro da dose de 50 mg de P kg^{-1} de solo e atribuiu essa queda à deficiência de P.

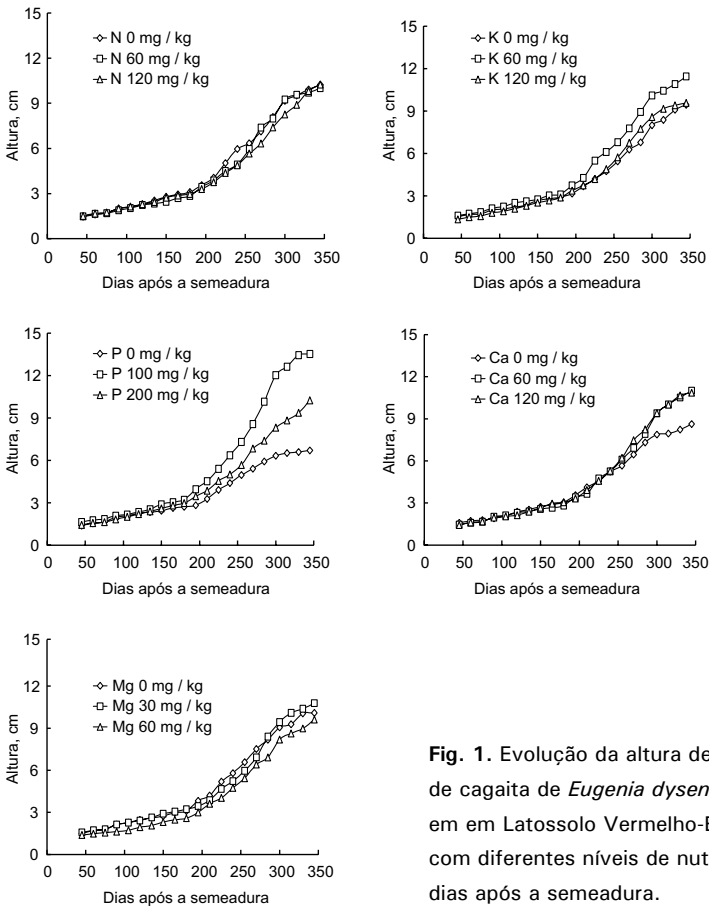


Fig. 1. Evolução da altura de mudras de mudras de cagaita de *Eugenia dysenterica* cultivadas em em Latossolo Vermelho-Escuro adubado com diferentes níveis de nutrientes até 345 dias após a semeadura.

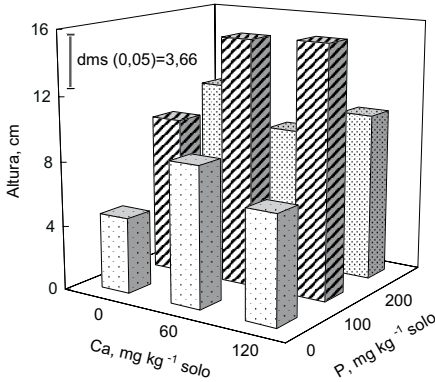


Fig. 2. Efeito da adição de Ca e P no solo sobre a altura de mudas de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a semeadura (dms = diferença mínima significativa ao nível de 5 %).

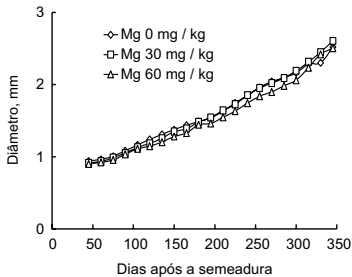
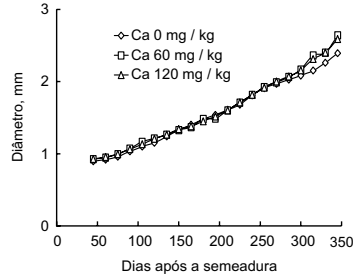
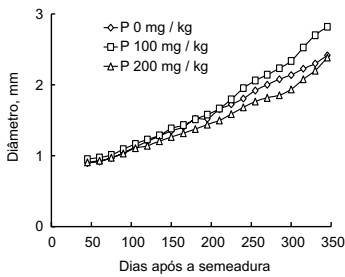
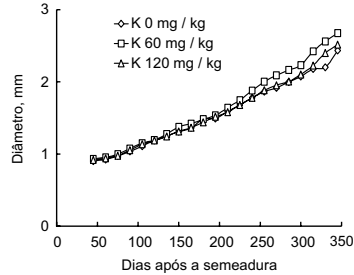
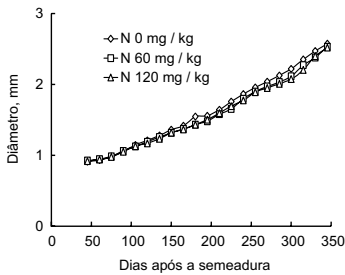


Fig. 3. Evolução do diâmetro do colo de mudas de mudas de cagaita de *Eugenia dysenterica* cultivadas em em Latossolo Vermelho-Escuro adubado com diferentes níveis de nutrientes até 345 dias após a semeadura.

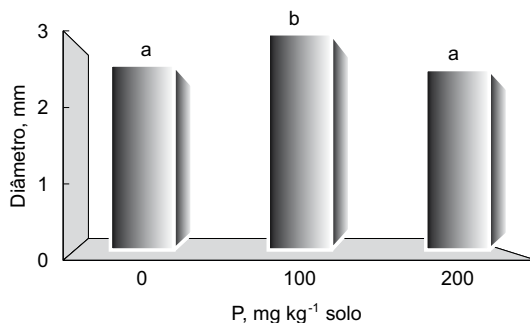


Fig. 4. Efeito da adição de P no solo sobre o diâmetro do colo de mudras de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro até 345 dias após a semeadura. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 %.

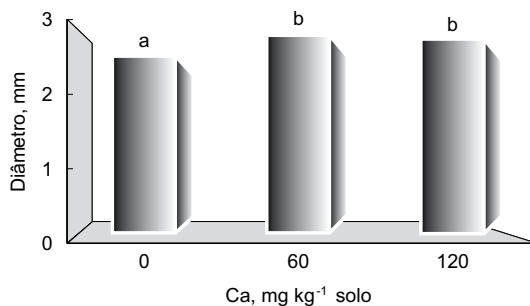


Fig. 5. Efeito da adição de Ca no solo sobre o diâmetro do colo de mudras de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a semeadura. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 %.

Produção de matéria seca e relação raiz parte aérea

Dos nutrientes testados, somente o Ca e o P tiveram efeito positivo sobre a produção de matéria seca foliar (Fig. 6) e do caule (Fig. 7), ocorrendo interação significativa entre eles. Sem a adição de Ca, a produção de matéria seca foliar variou de 0,33 g/planta sem adubação fosfatada a 0,57 e 0,55 g/planta com adição de 100 e 200 mg de P kg⁻¹ de solo. Sem adição de P ou com 100 mg de P kg⁻¹ de solo, houve aumento na produção de matéria seca até a dosagem de 60 mg de Ca kg⁻¹ de solo. Com 100 mg de P kg⁻¹ de solo e 60 mg de Ca kg⁻¹ de

solo, a produção foi 1,1 g/planta. Esse valor corresponde a três vezes o obtido sem fertilização. Efeito significativo de Ca e de P, porém sem avaliar interação, foi observado por Duboc et al. (1996) para *Copaifera langsdorffii*, em solos com baixa disponibilidade desses nutrientes. A interação entre P e Ca na produção de matéria seca de folhas e caule e relação raiz/parte aérea de mudas de *Eugenia dysenterica* mostra a importância não só de cada um desses nutrientes isoladamente mas também de um balanço entre eles. Os resultados mostraram resposta ao P até 100 mg kg⁻¹ de solo, entretanto ela é maior quando se aplica Ca. A Interação entre Ca e P, afetando a produção de matéria seca e a relação raiz/parte aérea, também foi encontrada por Ulhoa (1997) para *Dipteryx alata* e *Solanum lycocarpum*. Esse autor observou queda na produção de matéria seca da parte aérea para doses mais altas de Ca dentro da dose de 50 mg de P kg⁻¹ de solo e atribuiu essa queda à deficiência de P.

Fig. 6. Efeito da adição de Ca e P no solo sobre a produção de matéria seca foliar de mudas de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a semeadura (dms = diferença mínima significativa ao nível de 5 %).

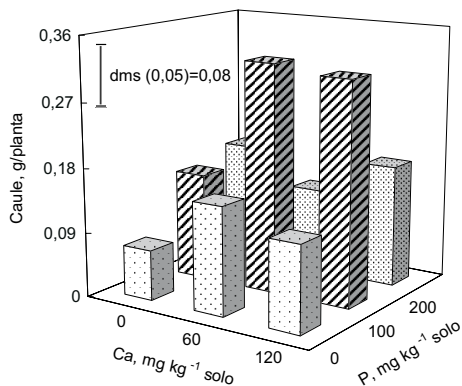
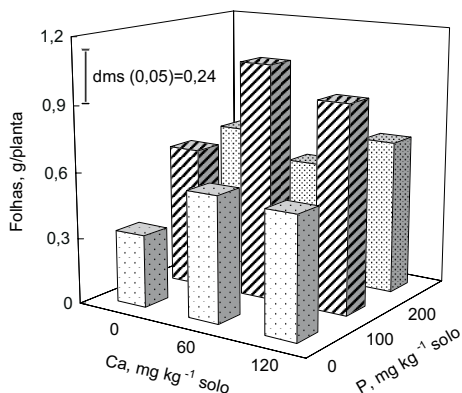


Fig. 7. Efeito da adição de Ca e P no solo sobre a produção de matéria seca do caule de mudas de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a semeadura (dms = diferença mínima significativa ao nível de 5 %).

Com relação à matéria seca do caule, os resultados mostraram que, sem aplicação de Ca para os níveis crescentes de P, a produção cresceu de 0,07 g/planta para 0,15 e 0,17 g/planta. Com aplicação de 60 ou 120 mg de Ca kg⁻¹ de solo, a produção de matéria seca do caule cresceu de 0,15 e 0,12 g/planta para 0,32 e 0,31 g/planta, para o nível 100 mg de P kg⁻¹ de solo, o que corresponde a aumentos de mais de 100 %. De um modo geral, observou-se que o crescimento do caule só respondeu até 100 mg de P kg⁻¹ de solo e 60 mg de Ca kg⁻¹ de solo, sendo este o nível mais adequado para o crescimento. Maior produção de matéria seca com aplicação de P, sem interação com Ca, foi encontrado por Valeri et al. (1985), trabalhando com pinheiro do Paraná.

A adição de 200 mg de P kg⁻¹ de solo acarretou uma queda significativa na produção de raízes. Para as três dosagens de P (0, 100 e 200 mg de P kg⁻¹ de solo), a biomassa de raízes foi 2,30; 2,72 e 1,43 g/planta, mostrando haver queda significativa para o nível mais alto do nutriente (Fig. 8). A interação entre Ca e P, afetando a produção de matéria seca e a relação raiz/parte aérea, também foi encontrada por Ulhoa (1997) para *Dipteryx alata* e *Solanum lycocarpum*. Esse autor observou queda na produção de matéria seca da parte aérea para doses mais altas de Ca dentro da dose de 50 mg de P kg⁻¹ de solo e atribuiu essa queda à deficiência de P.

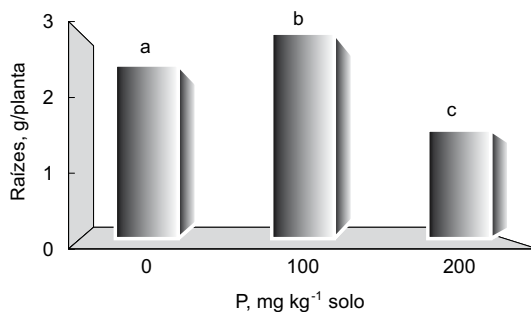


Fig. 8. Efeito da adição de P no solo sobre a produção de matéria seca de raízes de mudas de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a semeadura. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 %.

A adição de K aumentou em 45 % a produção de matéria seca radicular (Fig. 9), que cresceu em cerca de 45 % com a adição de 60 mg de K kg⁻¹ de solo, e em 30 % com 120 mg de K kg⁻¹ de solo, entretanto não houve diferença significativa entre os dois níveis de adubação potássica (60 e 120 mg de K kg⁻¹ de solo).

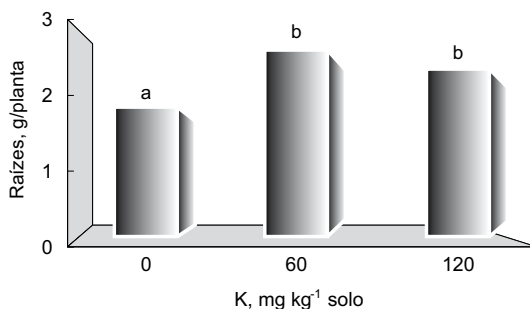


Fig. 9. Efeito da adição de K no solo sobre a produção de matéria seca de raízes de mudas de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a semeadura. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 %.

A análise dos dados da relação raiz/parte aérea mostrou haver interação significativa entre o Ca e o P. Para os três níveis de Ca, houve uma queda significativa na relação raiz/parte aérea com aumento da dosagem de P (Fig. 10). Sem aplicação de Ca, essa queda foi de 5,0; sem adição de P, para 1,9 com aplicação de 200 mg de P kg⁻¹ de solo. Na dosagem de 60 mg de Ca kg⁻¹ de solo, a queda foi de 3,2 para 1,9 e, com a adição de 120 mg de Ca kg⁻¹ de solo, foi de 4,9 para 2,0. Esses resultados mostram que o P, independente do nível de Ca, aumenta a produção da parte aérea em relação à raiz. Com relação ao Ca, houve uma queda inexplicável, possivelmente por causa de algum fator não controlado na relação raiz/parte aérea na dosagem de 60 mg de Ca kg de solo⁻¹ sem adubação fosfatada. Queda na relação raiz parte aérea com aumento da disponibilidade de nutrientes foi observado por Oliveira Neto et. al. (2003) em *Eucalyptus camaldulensis*. Esses autores atribuíram isso ao fato de a planta priorizar o crescimento radicular em detrimento de outras partes da planta em níveis mais baixos de fertilidade. A adição de N não alterou a relação raiz/parte aérea. De

acordo com Oliveira (1999), o Bioma Cerrado possui elevada taxa raízes/ parte aérea, e esse autor afirma que várias fisionomias dos Cerrados possuem valores superiores a 71 % para biomassa total de raízes.

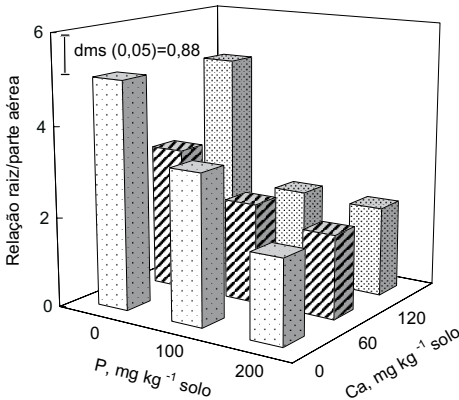


Fig. 10. Efeito da adição de Ca e P no solo sobre a relação raiz/parte aérea de mudas de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a semeadura (dms = diferença mínima significativa ao nível de 5 %).

Concentração de nutrientes na biomassa

A adição de N no solo acarretou aumento da concentração do nutriente nas raízes das plantas, entretanto não teve efeito sobre a concentração na parte aérea de mudas de *Eugenia dysenterica* (Fig. 11). A concentração do elemento na parte aérea alcançou uma média geral de 1,50 %, sendo maior que nas raízes, cuja média foi de 0,85 %. As plantas que receberam 120 mg de N kg⁻¹ de solo apresentaram 0,95 % de N nas raízes. Esse valor é significativamente maior que os obtidos sem N ou com 60 mg de N kg⁻¹ de solo e mostra que houve resposta somente nos níveis mais elevados.

Houve aumento significativo na concentração de K tanto na parte aérea como nas raízes em virtude da adição de doses do nutriente no solo (Fig. 11). Na parte aérea, ela subiu de 0,48 % sem aplicação do nutriente no solo para 0,56 % e 0,68 % com aplicação de 60 e 120 mg de K kg⁻¹ de solo, respectivamente. Esses aumentos correspondem a cerca de 17 % e 42 %. A concentração nas raízes, que era de 0,43 % sem aplicação do nutriente, aumentou para 0,57 % na dosagem de 60 mg de K kg⁻¹ de solo e para 63 % com adubação potássica, sendo a resposta significativa até a dosagem mais elevada.

A adição de P ao solo aumentou significativamente a concentração do elemento tanto na parte aérea como nas raízes (Fig. 11). Nos tratamentos sem P, a concentração na parte aérea foi de cerca de 0,05 %; aumentou para 0,13 % com fertilização, o que corresponde a um aumento de cerca de 160 %. Sem aplicação de P, a concentração nas raízes foi de 0,03 %, passando para cerca de 0,10 % e 0,12 %, quando se aplicou 100 ou 200 mg de P kg⁻¹ de solo. Esses aumentos correspondem a cerca de 230 % e 300 % de acréscimo e mostram que há resposta até os níveis mais elevados.

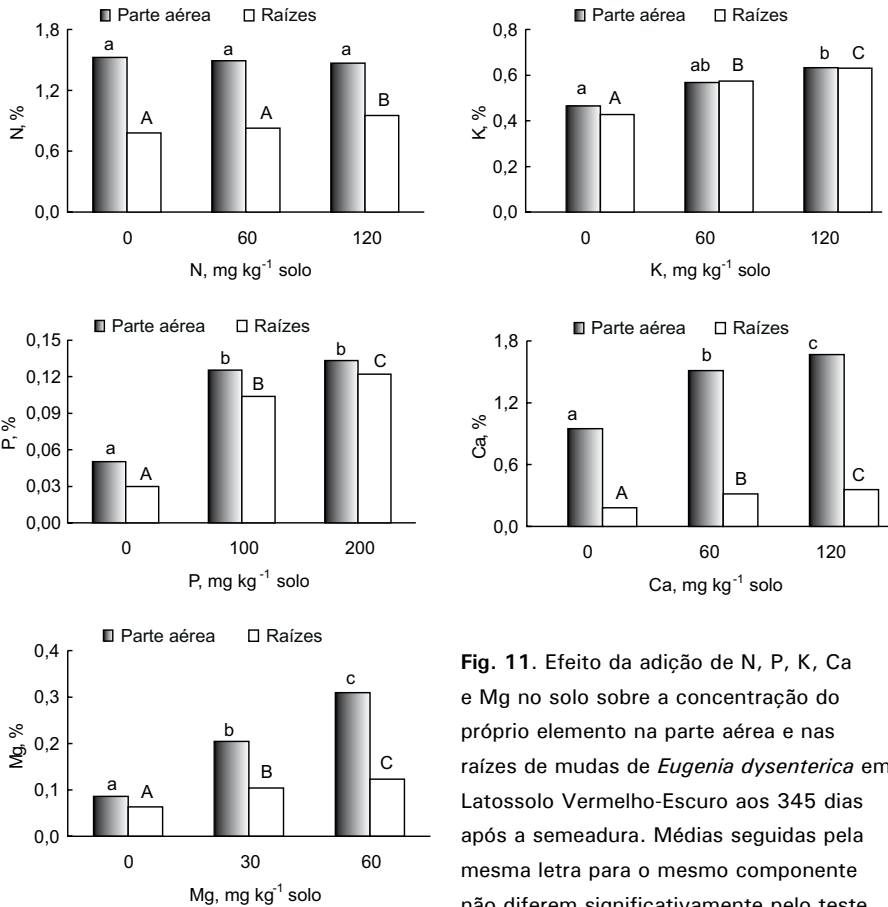


Fig. 11. Efeito da adição de N, P, K, Ca e Mg no solo sobre a concentração do próprio elemento na parte aérea e nas raízes de mudas de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a sementeira. Médias seguidas pela mesma letra para o mesmo componente não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 %.

A adição de Ca ao solo aumentou significativamente a concentração do elemento tanto na parte aérea como nas raízes (Fig. 11). Sem aplicação, a concentração foi de cerca de 1 %, passando para cerca de 1,5 % e 1,7 % nos níveis subsequentes – o que equivale a um aumento de 50 % e 70 %. A concentração de Ca nas raízes variou de 0,19 % sem aplicação do nutriente a 0,31 % e 0,36 % nas parcelas adubadas. A concentração de Ca na parte aérea foi cerca de cinco vezes maior quando comparada com as raízes.

A adição de Mg ao solo aumentou a concentração dele próprio na parte aérea e nas raízes (Fig. 11). Sem aplicação de Mg, a concentração do nutriente na parte aérea foi de 0,08 %, 0,20 % e 0,31 % nas dosagens 0, 30 e 60 mg Mg kg⁻¹ de solo. Esses aumentos correspondem a 150 % e 288 %. A concentração nas raízes variou de 0,07 %, sem fertilização, para 0,10 % e 0,12 %, com 30 e 60 mg de Mg kg⁻¹, respectivamente. Esses aumentos correspondem a 43 % e 71 %.

A aplicação de N, de um modo geral, não afetou a concentração dos outros nutrientes nos tecidos da planta. Os únicos efeitos foram um decréscimo significativo na concentração de Mg na parte aérea (Tabela 4), cuja concentração nas plantas sem adubação nitrogenada e nas que receberam apenas 60 mg de N kg⁻¹ de solo foi 0,21 % – valor significativamente maior que o alcançado pelas plantas que receberam 120 mg de N kg⁻¹ de solo, que foi 0,17 %; e um aumento na concentração de K apenas nas raízes.

A adição de P aumentou a concentração de N e diminuiu a concentração de Ca na parte aérea (Tabela 5). Além disso, o P teve efeito positivo sobre a concentração de N, de Mg e de S nas raízes.

A adição de K ocasionou uma queda de 0,23 % para 0,18 % na concentração de Mg na parte aérea partir de 60 mg de K kg⁻¹ de solo (Tabela 6). Resultados semelhantes na concentração de Mg com relação ao nível de K foram observados por Simões e Couto (1973) em pinheiro do Paraná.

A fertilização com Ca aumentou a concentração de N foliar de 1,43 % sem aplicação para 1,55 %, mas diminuiu a concentração de K foliar (Tabela 7). O Ca acarretou ainda aumento na concentração de P nas raízes e diminuição na concentração de S.

Tabela 4. Efeito da adição de N no solo sobre a concentração de nutrientes na parte aérea e raízes de mudas de mudas de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a semeadura.

Componente	N mg kg ⁻¹ solo	Concentração (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Parte aérea	0	1,52 a	0,11 a	0,52 a	1,37 a	0,21 a	0,04 a
	60	1,50 a	0,11 a	0,56 a	1,45 a	0,21 a	0,04 a
	120	1,48 a	0,11 a	0,64 a	1,29 a	0,17 b	0,04 a
Raízes	0	0,79 a	0,08 a	0,49 a	0,27 a	0,09 a	0,04 a
	60	0,83 b	0,09 a	0,56 b	0,30 a	0,10 a	0,03 a
	120	0,95 b	0,09 a	0,59 b	0,29 a	0,10 a	0,03 a

Medias seguidas pela mesma letra para cada componente não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5 %.

Tabela 5. Efeito da adição de P no solo sobre a concentração de nutrientes na parte aérea e raízes de mudas de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a semeadura.

Componente	P mg kg ⁻¹ solo	Concentração (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Parte aérea	0	1,46 a	0,05 a	0,59 a	1,56 a	0,23 a	0,04 a
	100	1,44 a	0,12 b	0,52 a	1,34 b	0,18 a	0,04 a
	200	1,61 b	0,13 b	0,61 a	1,26 b	0,18 a	0,04 a
Raízes	0	0,85 a	0,03 a	0,55 a	0,28 a	0,08 a	0,04 a
	100	0,79 a	0,11 b	0,51 a	0,28 a	0,09 a	0,03 b
	200	0,92 b	0,12 b	0,57 a	0,29 a	0,12 b	0,03 b

Medias seguidas pela mesma letra para cada componente não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Tabela 6. Efeito da adição de K no solo sobre a concentração de nutrientes na parte aérea e raízes de mudras de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a sementeira.

Componente	K mg kg ⁻¹ solo	Concentração (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Parte aérea	0	1,53 ab	0,09 a	0,48 a	1,40 a	0,23 a	0,04 a
	60	1,43 a	0,10 a	0,56 a	1,39 a	0,18 b	0,04 a
	120	1,55 b	0,11 a	0,68 b	1,37 a	0,18 b	0,04 a
Raízes	0	0,91 b	0,09 a	0,43 a	0,28 a	0,10 a	0,04 a
	60	0,79 a	0,08 a	0,57 b	0,28 a	0,09 a	0,03 a
	120	0,86 ab	0,09 a	0,64 c	0,29 a	0,10 a	0,03 a

Médias seguidas pela mesma letra para cada componente não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5 %.

Tabela 7. Efeito da adição de Ca no solo sobre a concentração de nutrientes na parte aérea e raízes de mudras de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a sementeira.

Componente	Ca mg kg ⁻¹ solo	Concentração (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Parte aérea	0	1,43 a	0,09 a	0,69 a	0,97 a	0,21 a	0,04 a
	60	1,53 b	0,11 a	0,53 b	1,49 b	0,20 a	0,04 a
	120	1,55 b	0,10 a	0,49 b	1,69 c	0,18 a	0,04 a
Raízes	0	0,84 a	0,07 a	0,59 a	0,19 a	0,10 a	0,04 a
	60	0,86 a	0,10 b	0,51 a	0,31 b	0,09 a	0,03 b
	120	0,85 a	0,09 b	0,53 a	0,36 c	0,10 a	0,03 b

Médias seguidas pela mesma letra para cada componente não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5 %.

A concentração foliar de N foi maior com 60 mg kg⁻¹ de Mg. A concentração de K caiu de 0,69 % para 0,53 % e 0,49 % com a aplicação de Mg (Tabela 8). O Mg causou ainda decréscimo significativo na concentração de Ca nas raízes, que era de 0,32 % nos

tratamentos sem adição do nutriente para 0,28 e 0,26 nos tratamentos subsequentes.

Tabela 8. Efeito da adição de Mg no solo sobre a concentração de nutrientes parte aérea e raízes de mudas de *Eugenia dysenterica* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 345 dias após a semeadura.

Componente	Mg mg kg ⁻¹ solo	Concentração (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Parte aérea	0	1,40 a	0,10 a	0,69 a	1,45 a	0,08 a	0,04 a
	30	1,47 a	0,10 a	0,53 b	1,34 a	0,20 b	0,04 a
	60	1,63 b	0,11 a	0,49 b	1,37 a	0,31 c	0,04 a
Raízes	0	0,87 a	0,08 a	0,53 a	0,32 a	0,07 a	0,04 a
	30	0,86 a	0,09 a	0,58 a	0,28 b	0,10 b	0,03 a
	60	0,84 a	0,09 a	0,52 a	0,26 b	0,12 c	0,03 a

Medias seguidas pela mesma letra para cada componente não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5 %.

Conclusões

A absorção dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg aumentou com o aumento da disponibilidade desses nutrientes no solo. Essa maior absorção se refletiu em maior concentração dos nutrientes aplicados em todas as partes da planta.

O P foi o nutriente mais limitante em relação ao crescimento e produção de biomassa.

O Ca aumentou o crescimento em altura e diâmetro das mudas, além de promover o maior produção de matéria seca foliar e de caule.

O K diminuiu a concentração de Mg na parte aérea e a concentração de Ca nas raízes

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: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.
- BRAGA, F. de A.; VALE, F. R. do ; VENTURIM, N.; AUBERT, E.; LOPES G. de A. Requerimentos nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, v. 19, n. 1, p. 18-31, jan/mar. 1995.
- BRUFORD, G. R. **The effect of fertiliser on the soil on three natives species of the Cerrado in Central Brazil**, 1993. 136 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Oxford. Oxford.
- COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. 2. ed. New York: J. Wiley, 1957. 291 p.
- DAVIES, O. L. **The design and analysis of industrial experiments**. London: Longman, 1978. p. 440-494.
- DUBOC, E.; VENTURIM, R. P.; VALE, F. R.; DAVIDE, A. C. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.). **CERNE**, v. 2, n. 2, p. 30-39, 2000.
- DUBOC, E.; VENTURIM, N.; VALE, F. R.; DAVIDE, A. C. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba). **CERNE**, v. 2, n. 2, p. 31-47, 1996.
- HARIDASAN, M. Aluminium accumulation by some cerrado natives species of central Brasil. **Plant and Soil**, v. 65, p. 265-273, 1982.
- HARIDASAN, M.; ARAUJO, G. M. A comparison of the nutritional status of two forest communities on mesotrophic and dystrophic soils in Central Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, p. 1075-1089, 1988.
- HARIDASAN, M.; HILL, P. G.; RUSSEL, D. G. Semi-quantitative estimates of Al and others cations in the leaf tissues of some Al-accumulating species using electron probe microanalysis. **Plant and Soil**, v. 104, p. 99-102, 1987.
- HINKELMANN, K.; KEMPTHORNE, O. **Design and analysis of experiments**: introduction to experimental design. New York: J. Wiley, 1994. v. 1, p. 145-196.
- MORAES, C. D. A. de. **Resposta de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado à adubação e calagem**, 1994. 66 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Departamento de Ecologia. Brasília, DF.
- OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* DEHN em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 15-23, 2003.

OLIVEIRA, M. E. de. **Influência de árvores das espécies nativas *Dipteryx alata* Vog. e *Caryocar brasiliense* Camb. no sistema solo-planta em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf no cerrado.** 1999, 104 f. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília. Departamento de Ecologia. Brasília, DF.

RIBEIRO, J.F. **Comparação de nutrientes na vegetação arbórea de um cerrado e um cerradão no Distrito Federal, Brasil.** 1983. 108 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Departamento de Ecologia. Brasília, DF.

SILVA, F. C. da. **Compartilhamento de nutrientes em diferentes componentes da biomassa aérea em espécies arbóreas de um cerrado.** 1990, 80 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Departamento de Ecologia. Brasília, DF.

SILVA JUNIOR, M. C.; BARROS, N. F.; CÂNDIDO, J.F. Relações entre parâmetros de solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 10, p. 125-137, 1987.

SILVEIRA, R. L. V. A. **Efeito do potássio no crescimento, nas concentrações dos nutrientes e nas características da madeira juvenil de progênies de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden cultivadas em solução nutritiva.** 2000. 169 f. Dissertação (Doutorado). Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP.

SIMÕES, J.; COUTO, L. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do Pinheiro do Paraná (*Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze cultivado em vaso. **IPEF**, v.7, p. 3-39, 1973.

ULHOA, M.L. **Efeito da calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial e nutrição de plantas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) e tingui (*Magonia pubescens* St. Hil.).** 1997. 74 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG.

VALERI, V. S.; AGUIAR, I. B.; CORRADINI, L.; SOUZA, E. C. A; BANZZATO, D. A. Efeito do fósforo e cálcio no desenvolvimento e na composição química foliar de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em casa de vegetação. **IPEF**, v. 29, p. 47-54, 1985.

VENTURIN, R. P.; BASTOS, A. R. R.; MENDONÇA, A. V. R.; CARVALHO, J. G. Efeito da relação Ca: Mg do corretivo e nutrição mineral de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **CERNE**, v. 6, n. 1, p. 30-39, 2000.

VILELA, D.M. **Resposta do estrato rasteiro de um cerrado à irrigação e à calagem.** 1990, 80 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Departamento de Ecologia. Brasília, DF.

Embrapa

Cerrados

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 8276