

Resposta de Mudras de Carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum* Vog. Leguminosae) a Doses de N, P, K, Ca e Mg



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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 278

Resposta de Mudas de Carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum* Vog. Leguminosae) a Doses de N, P, K, Ca e Mg

*José Teodoro de Melo
Mundayatan Haridasan*

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: *José Teodoro de Melo*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2010): tiragem 100 exemplares

Edição online (2010)

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 carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum* Vog. Leguminosae) a doses de N, P, K, Ca e Mg / José Teodoro de Melo, Mundayatan Haridasan. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2010.

23 p. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X ; 278).

1. Cerrado. 2. Carvoeiro. 3. Nutrição de plantas. 4. Fertilização. I. Haridasan, Mundayatan. II. Título. III. Série.

631.8 - CDD 21

© Embrapa 2010

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados	11
Conclusões.....	22
Referências	22

Resposta de Mudras de Carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum* Vog. Leguminosae) 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 carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum* Vog.) aos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg em solo distrófico. O trabalho foi realizado em casa de vegetação, utilizando delineamento fatorial fracionado (1/3) 3⁵ três níveis de N, P, K, Ca e Mg, inteiramente casualizado, com duas repetições. O substrato foi Latossolo Vermelho-Escuro da camada superficial (0 cm a 15 cm). As fontes de nutrientes foram ureia, ácido ortofosfórico, cloreto de potássio, carbonato de cálcio e carbonato de magnésio. A aplicação desses nutrientes aumentou a sua concentração em todas as partes da planta. O P e o Ca tiveram efeito positivo na produção de biomassa aérea. O K apresentou efeito positivo na produção de biomassa do caule. A adubação nitrogenada aumentou a eficiência do P sobre a produção de raízes. A absorção dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg pelas plantas aumentou com a disponibilidade desses elementos no solo. Essa maior absorção se refletiu em maior concentração dos nutrientes aplicados em todas as partes da planta. A aplicação de Mg diminuiu a concentração de Ca nas raízes e no caule.

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

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

² Engenheiro Agrônomo, Ph.D., professor da Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Caixa Postal 04457, CEP 70919-970 - Brasília, DF

Response of Seedlings of Carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum* Vog. Leguminosae) to N, P, K, Ca and Mg

Abstract

*The objective of this investigation was to determine the response of carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum* Vog.) 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 cm-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. P and Ca had a positive effect on aerial biomass. The K had a positive effect on biomass production of the stem. The nitrogen increases the efficiency of P on root production. The absorption of N, P, K, Ca and Mg as increased availability of the soil. This increased uptake was reflected in a higher concentration of nutrients applied in all parts of the plant the application of Mg decreased the concentration of Ca in roots and stem.*

Index terms: plant nutrition, savanah, fertilization.

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, ocorrem apenas 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. Contudo, 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 violácea* – e de três não leguminosas – Carne-de-vaca (*Roupala montana*), vassoura-de-bruxa (*Ouratea hexasperma*) e mandioqueira (*Didymopanax macrocarpum*) – à adubação e à 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, em razão do valor econômico e também da ampla ocorrência, apresentam grande potencial de uso em plantios. Entre elas, o carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*) é uma espécie pioneira (MOTTA et al., 1997) a secundária inicial (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990) ou clímax exigente de luz (PINTO, 1997). O tronco é reto, cilíndrico, fuste até 15 m, com dominância apical bem definida. Casca de 10 mm de espessura sendo a externa branca-acinzentada e a interna alburno bege-amarelo-claro, pouco diferenciado do cerne. Madeira com densidade 0,65 g/cm³. Possui potencial para reflorestamento, pois apresenta boa produção de biomassa (CARPANEZZI et al., 1983). Sua madeira apresenta características comparáveis àquelas usadas no Sul do País como fonte de energia (TOMASELLI et al., 1983). A distribuição geográfica é muito vasta, indo desde as Guianas até o Peru. No Brasil ocorre desde a Amazônia até Minas Gerais e vegeta nos campos e nas pequenas matas, de preferência em solos secos (CORREA, 1984).

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

Material e Métodos

O experimento foi instalado em casa de vegetação no 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 e 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 são apresentadas 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)⁵ (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 ureia, 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

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; o P e o S por espectrofotometria; e o N 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 e diâmetro das mudas de *Sclerolobium paniculatum* foi contínuo durante os 230 dias de duração do experimento (Figuras 1 e 2). Aos 50 dias após a semeadura, a altura média foi de 4,6 cm e o diâmetro médio foi de 1,4 mm. Na avaliação final (aos 230 dias), a altura foi de 14,2 cm, que correspondeu a um incremento médio mensal de 1,85 cm, e o diâmetro médio foi de 4,9 mm, correspondendo a um incremento médio mensal de 0,6 mm. A adição de nutrientes no solo não acarretou aumento significativo sobre o crescimento em altura e diâmetro das plantas.

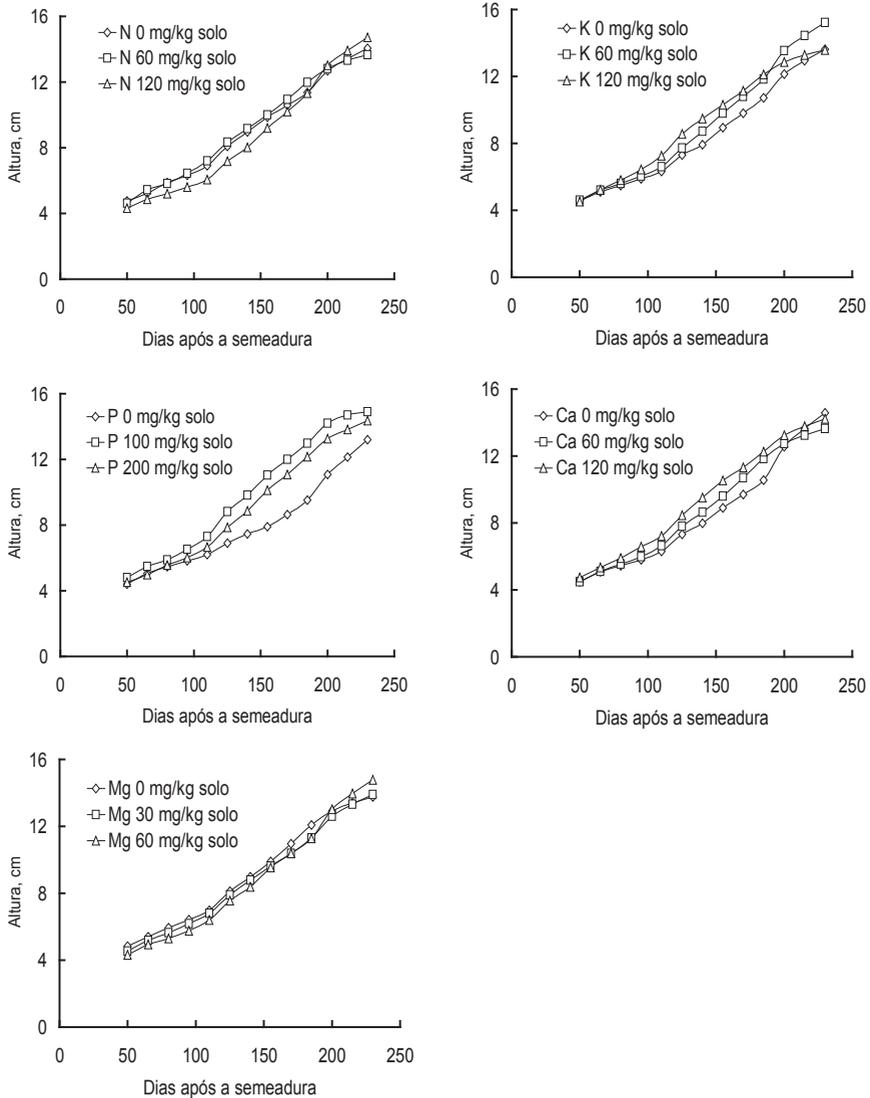


Figura 1. Efeito da adição de nutrientes no solo sobre a altura de mudas de *Sclerobium paniculatum* em Latossolo Vermelho-Escuro até 230 dias após a semeadura.

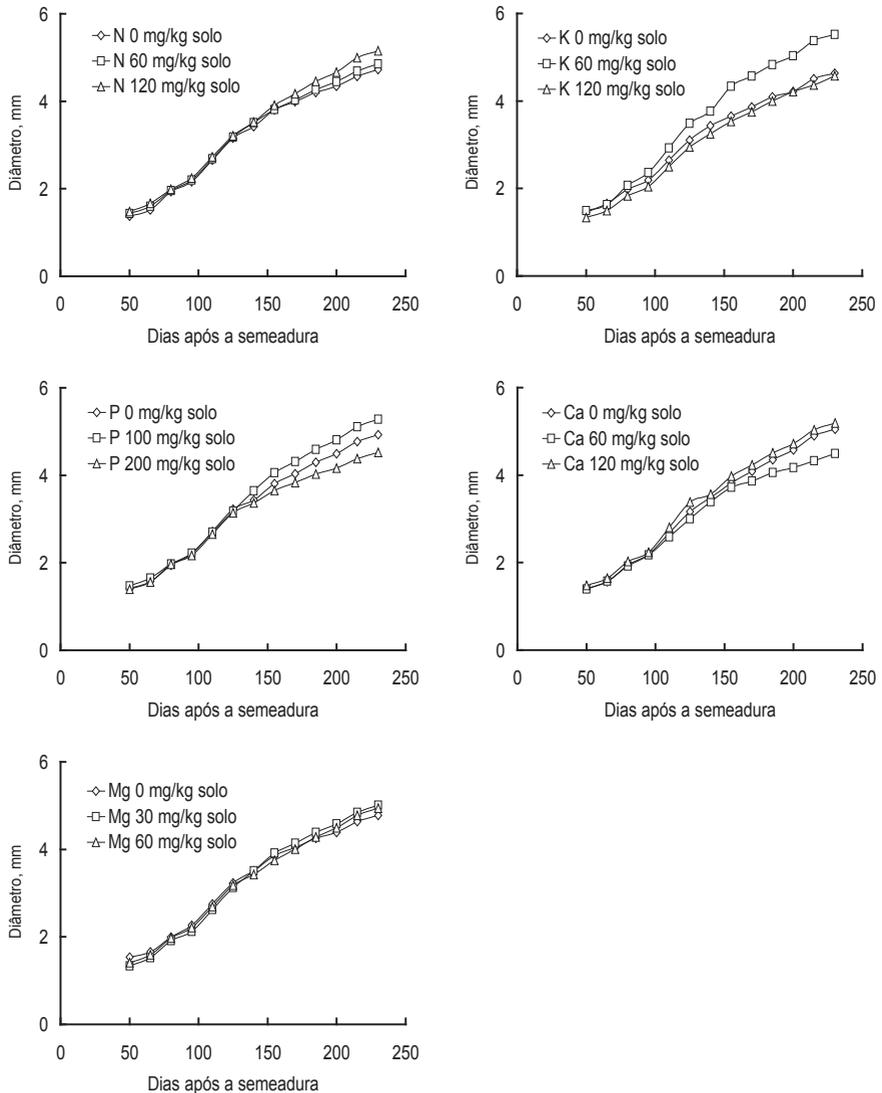


Figura 2. Efeito da adição de nutrientes no solo sobre o diâmetro do colo de mudas de *Sclerobium paniculatum* em Latossolo Vermelho-Escuro até 230 dias após a sementeira.

Produção de biomassa

A aplicação de P aumentou a produção de biomassa foliar aos 230 dias de idade das plantas, pois as plantas que não receberam adubação fosfatada produziram em média 1,4 g de folhas por planta, enquanto aquelas que receberam 100 e 200 mg de P kg⁻¹ de solo atingiram 3,6 g e 3,2 g de folhas por planta, respectivamente (Figura 3). Esses valores correspondem a aumentos da ordem de 160% e 133% em relação às plantas sem fertilização. Não foram observadas diferenças significativas na produção de biomassa foliar entre as dosagens de 100 e 200 mg de P kg⁻¹ de solo, demonstrando que só houve resposta até 100 mg de P kg⁻¹ de solo.

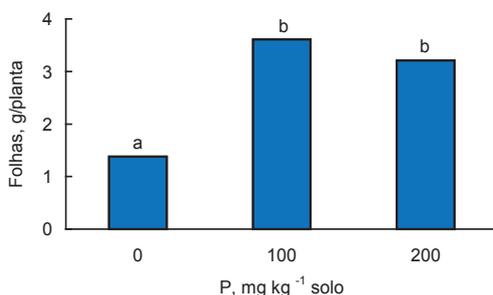


Figura 3. Efeito da adição de P no solo sobre a produção de matéria seca de folhas de mudas de *Sclerolobium paniculatum* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 230 dias após a semeadura.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

A produção de biomassa do caule também aumentou significativamente com a adição de P ao solo (Figura 4). As produções variaram de 0,34 g/planta, sem adubação fosfatada, a 0,83 e 0,78 g/planta com 100 e 200 mg de P kg⁻¹ de solo. Esses aumentos devidos ao P correspondem a 144% e 130% em relação às parcelas não adubadas com P. Efeito positivo do P na produção de biomassa aérea de *Dipteryx alata* e *Solanum lycocarpum* foi encontrado por Ulhoa (1997). Com respeito às espécies do Cerrado, Felipe e Dale (1997), trabalhando com mudas de *Qualea grandiflora* e *Bidens gardneri*, observaram que o crescimento depende do fornecimento adequado de P. Efeito significativo de P sobre a produção de matéria seca aérea foi observado

por Duboc et al. (1996) para *Copaifera langsdorffii*, em solos com baixa disponibilidade desse nutriente.

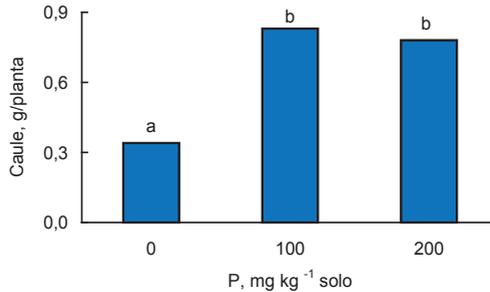


Figura 4. Efeito da adição de P no solo sobre a produção de matéria seca do caule de mudas de *Sclerolobium paniculatum* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 230 dias após a semeadura.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

A adição de K também aumentou a produção de biomassa do caule (Figura 5). A produção, que foi 0,55 g/planta sem adubação potássica, subiu para 0,62 e 0,78 g/planta, nas dosagens 60 e 120 mg de K kg⁻¹ de solo. Esses aumentos correspondem a 13% e 42%, comparados com as parcelas não adubadas com K. Dias et al. (1991) verificaram que, em *Acacia mangium*, a adição de K no solo resultou em menores taxas de crescimento e produção de biomassa. Esses autores afirmam que, de acordo com a literatura, algumas espécies florestais nativas e exóticas ocorrem em solos com nível de K muito baixo (inferior a 50 mg de K kg⁻¹ de solo). Para *Eucalyptus grandis*, esse nível é de 7 a 10 mg de K kg⁻¹ de solo (NOVAIS et al., 1979); para *Eucalyptus Cloeziana*, de 11 a 31 mg de K kg⁻¹ de solo (NOVAIS et al., 19890). De acordo com Silva et al. (1996), algumas espécies são realmente capazes de se desenvolver sob condições de menor disponibilidade de K, fazendo uso de formas não trocáveis do elemento no solo.

Considerando cada nutriente isoladamente, houve efeito significativo do N e do P sobre a produção de biomassa radicular com interação significativa entre esses elementos (Figura 6). A adição de N não

apresentou efeito significativo sobre a produção de biomassa radicular até a dosagem de 100 mg de P kg⁻¹ de solo. Na dosagem de 200 mg de P kg⁻¹ de solo, o uso de 120 mg de N kg⁻¹ de solo foi prejudicial à produção de biomassa radicular. Sem adubação nitrogenada, não houve resposta ao P até a dosagem de 100 mg de P kg⁻¹ de solo. Com a dosagem de 60 mg de N kg⁻¹ de solo, houve resposta ao P até 200 mg de P kg⁻¹ de solo.

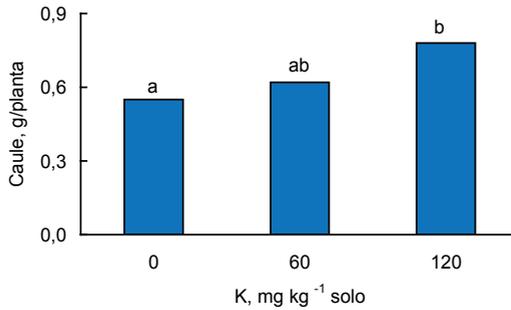


Figura 5. Efeito da adição de K no solo sobre a produção de matéria seca do caule de mudas de *Sclerolobium paniculatum* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 230 dias após a semeadura.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

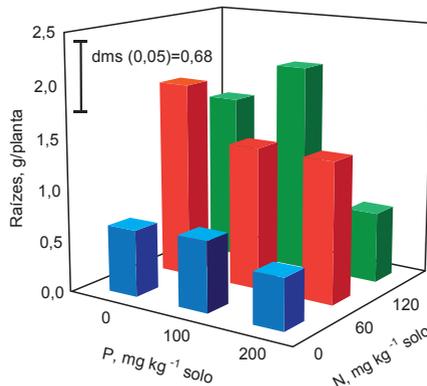


Figura 6. Efeito da adição de N e P no solo sobre a produção de matéria seca das raízes de mudas de *Sclerolobium paniculatum* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 230 dias após a semeadura.

dms = diferença mínima significativa ao nível de 5%.

Concentração de nutrientes na biomassa

A adição de N ao solo aumentou a concentração do nutriente em todas as partes da planta aos 230 dias após a sementeira (Figura 7). Nas folhas, houve aumento de 1,54%, sem adubação nitrogenada, para 2,20%, com adição de 120 mg de N kg⁻¹ de solo. No caule, também houve aumento na concentração de N com a adição do nutriente ao solo. Os valores variaram de 0,76%, sem adubação nitrogenada, a 1,04% com adição de 120 mg de N kg⁻¹ de solo. A adição de N ao solo aumentou a concentração desse elemento nas raízes. Os valores variaram de 1,24%, sem adubação nitrogenada, a 1,36% e 1,71%, nos dois níveis subsequentes. O aumento obtido com o uso de 120 mg de N kg⁻¹ de solo corresponde a 38% do valor alcançado sem fertilização.

A adição de P ao solo aumentou a concentração do elemento em todas as partes da planta (Figura 7). Nas folhas, os valores obtidos para as três doses de P (0, 100 e 200 mg de P kg⁻¹ de solo) foram 0,04%, 0,13% e 0,17%, respectivamente. Não foi encontrado diferença significativa entre os níveis mais elevados de P. Isso mostra que só houve resposta até 100 mg de P kg⁻¹ de solo. Nos tratamentos sem P, a concentração do elemento no caule foi de cerca de 0,04%, subindo para 0,24% com fertilização, o que corresponde a um aumento de cerca de 500%. Não houve diferença significativa entre as dosagens 100 e 200 mg de P kg⁻¹ de solo. A concentração de P nas raízes aumentou com a adição do nutriente no solo passando de 0,04% sem adubação com P para 0,16% e 0,19% com 100 e 200 mg de P kg⁻¹ de solo. Assim como nas outras partes da planta, só se obteve resposta até 100 mg de P kg⁻¹ de solo.

Houve aumento significativo na concentração de K tanto nas folhas como no caule e nas raízes em razão da adição do nutriente ao solo (Figura 7). Nas folhas, a concentração subiu de 0,24%, sem aplicação do nutriente, para 0,60% e 0,72%, com aplicação de 60 e 120 mg de K kg⁻¹ de solo, respectivamente. Esses aumentos correspondem a cerca de 150% e 200%. Houve resposta ao K até a dosagem mais elevada (120 mg de K kg⁻¹ de solo). Houve aumento significativo na concentração de K no caule em resposta à adição do nutriente ao solo.

Sem adubação potássica, a concentração foi de 0,18%, passando para 0,46%; e 0,60% nas dosagens de 60 e 120 mg de K kg⁻¹ de solo. Não se obteve resposta com o aumento do nível de K de 60 para 120 mg de K kg⁻¹ de solo. A concentração de K nas raízes aumentou com a adição do elemento no solo, obtendo-se resposta significativa até a dosagem de 120 mg de K kg⁻¹ de solo. Para os três níveis de adubação potássica, os valores obtidos foram 0,11%, 0,47% e 0,60%, o que corresponde a aumentos de cerca 330% e 450%.

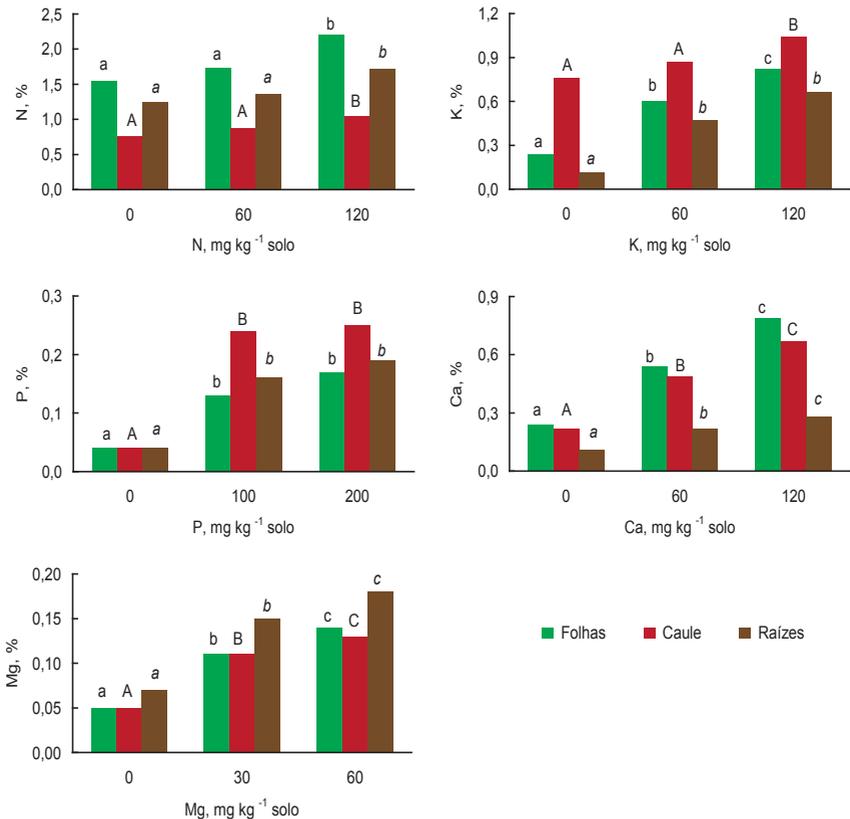


Figura 7. Efeito da adição de N, P, K, Ca e Mg no solo sobre a concentração do próprio elemento nas folhas, caule e raízes de mudas de *Sclerolobium paniculatum* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 230 dias após a semeadura.

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 em todas as partes da planta (Figura 7). Sem aplicação de Ca, a concentração foliar foi de 0,24%, subindo para 0,54% e 0,79% nos níveis subsequentes, o que equivale a aumentos de 125% e 230% e demonstra haver resposta até as dosagem 120 mg de Ca kg⁻¹ de solo. Houve aumento significativo na concentração de Ca no caule com a adição desse nutriente ao solo. Para os três níveis de Ca (0, 60 e 120 mg de Ca kg⁻¹ de solo), os valores obtidos foram 0,22%, 0,49% e 0,63%. A adição de Ca aumentou a concentração do elemento nas raízes. Os valores variaram de 0,11%, sem adubação com Ca, a 0,22% e 0,28%, nos dois níveis subsequentes. Essas diferenças foram significativas entre os três níveis de Ca, mostrando que houve resposta até a dosagem de 120 mg de Ca kg⁻¹ de solo.

A adição de Mg ao solo aumentou a concentração dele próprio em todas as partes da planta (Figura 7). Sem aplicação de Mg, a concentração do nutriente na folha foi de 0,058%. Esse valor foi significativamente menor que os alcançados com 30 mg e 60 mg de Mg kg⁻¹ de solo, que foram 0,11% e 0,14%. A concentração no caule aumentou de 0,05% sem fertilização para 0,10% e 0,12%, com 30 mg e 60 mg de Mg kg⁻¹ de solo. Os aumentos devidos à adição de Mg correspondem a 120% e 160%. A concentração de Mg nas raízes aumentou de 0,07%, sem fertilização, para 0,15% e 0,18%, com fertilização.

A adição de P alterou a concentração de N, K, Ca, Mg e S nas folhas; Ca e S no caule e N, K e S nas raízes (Tabela 4). As concentrações de N e K nas folhas decresceram com a adição de P, enquanto as de Ca e Mg aumentaram. A concentração de Ca no caule também aumentou com a adição de P. No caso do S no caule, o efeito do P foi negativo. O P provocou decréscimo de S nas raízes em torno de 50%.

A adição de K acarretou queda nas concentrações de Ca e Mg em todas as partes da planta (Tabela 5). Esse resultado mostra comportamento antagônico entre esses nutrientes. A queda de Ca nas folhas foi de 0,60% para 0,46%; no caule, foi de 0,54% para 0,37% e, nas raízes, de 0,24% para 0,17%.

A adição de Ca diminuiu a concentração de P foliar (Tabela 6). O Ca teve efeito positivo sobre a concentração de S em todas as partes da

planta. A adição de Mg diminuiu a concentração de Ca no caule e nas raízes (Tabela 7).

Tabela 4. Efeito da adição de P no solo sobre a concentração de nutrientes nas folhas, caule e raízes de mudas de *Sclerolobium paniculatum* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 230 dias após a semeadura.

Componente	P mg kg ⁻¹ solo	Concentração %					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas	0	2,07 a	0,04 a	0,64 b	0,60 a	0,08 a	0,11 a
	100	1,58 b	0,13 b	0,44 a	0,51 b	0,10 b	0,03 c
	200	1,83 ab	0,17 b	0,58 ab	0,46 b	0,12 c	0,06 b
Caule	0	0,97 a	0,04 a	0,48 a	0,39 a	0,09 a	0,15 a
	100	0,84 a	0,24 b	0,33 a	0,49 b	0,10 a	0,02c
	200	0,85 a	0,25 c	0,43 a	0,46 b	0,11 a	0,07 b
Raízes	0	1,55 b	0,04 a	0,49 a	0,19 a	0,13 a	0,08 a
	100	1,34 a	0,16 b	0,29 b	0,21 a	0,13 a	0,03 b
	200	1,42 ab	0,19 b	0,46 a	0,20 a	0,14 a	0,04 b

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

Tabela 5. Efeito da adição de K no solo sobre a concentração de nutrientes nas folhas, caule e raízes de mudas de *Sclerolobium paniculatum* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 230 dias após a semeadura.

Componente	K mg kg ⁻¹ solo	Concentração %					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas	0	1,87 a	0,11 a	0,24 a	0,60 a	0,14 a	0,07 a
	60	1,83 a	0,12 a	0,60 b	0,51 b	0,08 a	0,07 a
	120	1,78 a	0,11 a	0,82 c	0,46 b	0,08 a	0,05 a
Caule	0	0,97 a	0,16 a	0,18 a	0,54 a	0,13 a	0,09 a
	60	0,87 a	0,18 a	0,46 a	0,44 b	0,09 b	0,08 a
	120	0,82 a	0,19 a	0,60 b	0,37 b	0,07 b	0,07 a
Raízes	0	1,48 a	0,13 a	0,11 a	0,24 a	0,15 a	0,05 a
	60	1,46 a	0,12 a	0,47 b	0,19 b	0,13 a	0,05 a
	120	1,38 a	0,14 a	0,66 c	0,17 b	0,11 a	0,05 a

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

Tabela 6. Efeito da adição de Ca no solo sobre a concentração de nutrientes nas folhas, caule e raízes de mudras de *Sclerobium paniculatum* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 230 dias após a semeadura.

Componente	Ca mg kg ⁻¹ solo	Concentração %					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas	0	1,96 a	0,14 a	0,66 a	0,24 a	0,10 a	0,06 a
	60	1,77 a	0,09 b	0,51 a	0,54 b	0,10 a	0,06 a
	120	1,74 a	0,11 b	0,49 a	0,79 c	0,10 a	0,08 b
Caule	0	0,89 a	0,20 a	0,42 a	0,22 a	0,12 a	0,05 a
	60	0,86 a	0,17 a	0,41 a	0,49 b	0,09 a	0,08 b
	120	0,90 a	0,16 a	0,41 a	0,63 c	0,09 a	0,11 c
Raízes	0	1,49 a	0,14 a	0,47 a	0,11 a	0,12 a	0,04 a
	60	1,44 a	0,12 a	0,36 a	0,22 b	0,14 b	0,05 b
	120	1,37 a	0,14 a	0,41 a	0,28 c	0,14 b	0,05 b

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

Tabela 7. Efeito da adição de Mg no solo sobre a concentração de nutrientes nas folhas, caule e raízes de mudras de *Sclerobium paniculatum* em Latossolo Vermelho-Escuro aos 230 dias após a semeadura.

Componente	Mg mg kg ⁻¹ solo	Concentração %					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas	0	1,89 a	0,11 a	0,61 a	0,53 a	0,05 a	0,06 a
	30	1,77 a	0,11 a	0,51 a	0,54 a	0,11 b	0,06 a
	60	1,81 a	0,12 a	0,54 a	0,49 a	0,14 c	0,07 a
Caule	0	0,91 a	0,18 a	0,42 a	0,52 a	0,05 a	0,06 a
	30	0,88 a	0,19 a	0,40 a	0,45 ab	0,11 b	0,09 a
	60	0,87 a	0,16 a	0,42 a	0,38 b	0,13 c	0,10 a
Raízes	0	1,48 a	0,14 a	0,44 a	0,23 a	0,07 a	0,04 a
	30	1,39 a	0,14 a	0,40 a	0,20 b	0,15 b	0,05 a
	60	1,43 a	0,12 a	0,40 a	0,18 b	0,18 c	0,05 a

Médias 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 e o Ca tiveram efeito positivo na produção de biomassa aérea.

O K teve efeito positivo na produção de biomassa do caule.

A adubação nitrogenada aumenta a eficiência do P sobre a produção de raízes.

A aplicação de Mg diminuiu a concentração de Ca nas raízes e no caule.

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.

BRUFORD, G. R. **The effect of fertiliser on the soil on three natives species of the Cerrado in Central Brazil**. 1933.136 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Oxford.

CARPANEZZI, A. A.; MARQUES, L. C. T.; KANASHIRO, M. **Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)**. Curitiba, PR: EMBRAPA-URPFCS, 1983. 10 p. (EMBRAPA-URPFCS. Circular Técnica, 8).

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. 2. ed. New York: J. Wiley, 1957. P.291.

CORREA, M. P. Carvão de ferro. In: CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. [Brasília, DF]: IBDF, 1984. p. 109.

DAVIES, O. L. **The design and analysis of industrial experiments**. London: Longman, 1978. p. 440-494.

DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H.; BRIENZA JÚNIOR, S. Formação de mudas de *Acácia mangium* Wild: 2. Resposta a nitrogênio e potássio. **Revista Árvore**, v. 15, p. 11-22, 1991.

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.

FELIPPE, G. M.; DALE, J. E. The effects of phosphate supply on growth of plants from the Brazilian Cerrado: experiments with seedlings of the annual weed, *Bidens gardenari* Baker

(Compositae) and the tree, *Qualea grandiflora* (Mart.) (Vochysiaceae). **Oecologia**, v. 82, p. 81-86, 1997.

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 other 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.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação-solo-eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 1990. Cap. 2, p.25-98.

NOVAIS, R. F.; GOMES, J. M.; ROCHA, D.; BORGES, E. E. L.; NASCIMENTO FILHO, M. B. Calagem e adubação NPK na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden). In: SEMINÁRIO SIF: FERTILIZAÇÃO E MELHORAMENTO FLORESTAL, 1., 1979, Belo Horizonte. **Anais...** [S.l.]: SIF, 1979. p.21-66.

RIBEIRO, J. F. **Comparação de nutrientes na vegetação arbórea de um cerrado e um cerrado 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, I. R. da; FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; CURI, N. Eficiência nutricional para potássio em espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 257-264, 1996.

TOMASELLI, I.; MARQUES, L. C. T.; CARPANEZZI, A. A.; PEREIRA, J. C. D. Caracterização da madeira de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Voguel) para energia. **Boletim de Pesquisas Florestais**, v. 6/7, p. 33-41, 1983.

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.

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

