

Resposta do *Arachis pintoi* a fósforo e a calcário em Latossolo Vermelho Escuro da Região de Sete Lagoas, MG, Brasil*

C. A. Vasconcellos**, H. Purcino***, M. C. Melo Vianna† e C. C. Moura França‡

Introdução

O cultivo do *Arachis pintoi* (*Arachis*) vem se tornando uma opção viável em solos da região tropical, principalmente onde prevalecem altas temperaturas e umidade, como leguminosa capaz de constituir pastagem, em monocultivo ou consorciadas com gramíneas, produzindo forragens de alta qualidade nutricional e na recuperação de solos degradados.

Arachis pintoi, uma leguminosa perene da família Papilionaceae, é uma planta rasteira, estolonífera, que associada com gramíneas, pode constituir um manejo adequado de pastagens para as condições tropicais, contribuir para a sustentabilidade do sistema e melhorar as condições de matéria orgânica (CIAT, 1991; Hardy, 1995). Conforme Rao e Kerridge (1993) o *A. pintoi* apresenta boa adaptação em solos ácidos, apesar do desenvolvimento limitado quando em pH inferior a 5.4. Mesmo na presença de alta saturação de alumínio (acima de 80%) apresenta boa capacidade de explorar o fósforo disponível do solo, e apresenta alta resposta ao potássio quando o potássio trocável é inferior a 0.06 cmol_c/kg.

Os solos sob vegetação de Cerrado, na sua maioria, são ácidos, com presença de alumínio tóxico e baixos teores de cálcio e de magnésio. Desta forma, é prioritário a aplicação de calcário, tanto para elevar o pH como para eliminar a toxicidade do alumínio e/ou

manganês além de fornecer cálcio e magnésio às plantas.

Outra limitação à adaptação do *A. pintoi* nesses solos é a baixa disponibilidade e a alta capacidade de adsorção de fosfatos, sendo indispensável a prática da adubação fosfatada tanto para o estabelecimento de gramíneas como de leguminosas.

O objetivo do trabalho foi estabelecer curvas de resposta do *A. pintoi* a fósforo e a calcário estabelecendo níveis desses insumos, em Latossolo Vermelho Escuro distrófico da região de Sete Lagoas, MG (Brasil).

Materiais e métodos

O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e os tratamentos arranjados num fatorial entre cinco níveis de fósforo (0, 50, 100, 200 e 400 kg de P₂O₅/ha, aplicados na forma de superfosfato triplo) e quatro níveis de calcário (0, 3, 6 e 12 t/ha com 380 g/kg de CaO, 120 g/kg de MgO, 30 g/kg de R.I. e P.N. de 106.5%).

Todos os tratamentos receberam o equivalente a 80 kg/ha de K₂O (na forma de cloreto de potássio) e 80 kg/ha de FTE BR 12.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos com capacidade para 3 kg de terra, mantendo-se a umidade constante em 40% do volume total de poros através da pesagem diária dos vasos. O *Arachis* foi plantado através de estolões uniformes de 3 cm. A análise destes estolões indicou haver (dag/kg) 0.06 de P, 1.24 de K, 2.02 de Ca, e 0.15 de Mg. Foram efetuados dois cortes sucessivos com intervalo aproximado de 40 dias. Após cada corte, retirou-se uma amostra de solo para determinações da fertilidade.

* Trabalho financiado pela Fazenda Experimental da EPAMIG (FAPEMIG).

** Engº Agrônomo, Dr. em Solos e Nutrição de Plantas, CNPMS/ EMBRAPA, CP 151, CEP. 35 701.970, Sete Lagoas, MG. Fax: (031)779-1088; email: cnpms@cnpms.embrapa.br

*** Bióloga, MS em Microbiologia, Fazenda Experimental da EPAMIG, CP. 295, CEP 35 701.970, Sete Lagoas, MG.

† Engº Agrônoma, Fazenda Experimental da EPAMIG.

‡ Bióloga, Bolsista do RHA, CNPq/CNPMS.

As características iniciais do solo foram: pH em $H_2O = 4.3$; $H^+ + Al^{+++} = 9.04 \text{ cmol}_c/dm^3$, $Al^{+++} = 1.62 \text{ cmol}_c/dm^3$, $Ca^{++} = 0.46 \text{ cmol}_c/dm^3$, $Mg^{++} = 0.06 \text{ cmol}_c/dm^3$, $K^+ = 24 \text{ mg/dm}^3$, $P = 2 \text{ mg/dm}^3$.

Foram efetuadas análises da variância para o peso seco da parte aérea obtido em cada corte e nutrientes totais. O peso seco do sistema radicular foi avaliado após o segundo corte. Os níveis críticos para fósforo (P) e a resposta à calagem foram estabelecidos através de regressão quadrática para a produção relativa de peso seco em função dos níveis de P_2O_5 e calcário, nos dois cortes obtidos. O teste de média utilizado foi o de Duncan ao nível de 5%.

O material vegetal foi seco a $75^\circ C$, pesado, moído e, após a digestão nitro-perclórica (Sarruge e Haag, 1974) determinou-se, por espectrometria de emissão óptica de plasma os teores de P, K, Ca, Mg, Zn e Cu.

Resultados e discussão

Na Tabela 1 verifica-se que as maiores respostas obtidas foram para P e menores respostas à calagem, tanto para o corte 1 como para o corte 2. As análises de variância —C.V. de 14.6% (corte 1) e C.V. de 15.3% (corte 2)—, não acusaram interação significativa para os tratamentos com P e calagem.

Em estudos sobre a nutrição mineral do *Arachis* em solução nutritiva, Vasconcellos et al. (1996) demonstraram a alta extração de Ca pelas plantas. A não resposta à calagem, deve estar associada à extração deste íon mesmo na presença de alumínio. Portanto, dentro do aspecto de rusticidade e tolerância à toxicidade de Al trocável, *A. pintoi* apresenta-se como planta de alta rusticidade e tolerância. Na ausência de calcário, o solo do experimento apresenta-se com 76% de saturação de alumínio, valor-m. Normalmente, tem-se que o valor-m de 40% é um indicador satisfatório para limitar a tolerância ao Al.

Com apenas 3 t/ha de calcário a saturação de Al decresceu para 22% com os teores de cálcio de $1.89 \text{ cmol}_c/dm^3$ e $0.54 \text{ cmol}_c/dm^3$ para Mg. Esta baixa resposta à calagem permite inferir a possibilidade do *Arachis* ser usado para recuperação de áreas degradadas e no consórcio com pastagens de *Brachiaria* spp. onde as características predominantes são para o uso de menores quantidades de corretivo e possibilidade da substituição parcial do fosfato solúvel pelo natural quando da implantação da pastagem (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989). Todavia, como se trata de planta estolonífera e o experimento realizado em vasos, com superfície delimitada pelo seu diâmetro, não é

Tabela 1. Produtividade da parte aérea do *Arachis pintoi* (g/vaso) e produção relativa (% em parêntesis) em função de doses de P_2O_5 e de calcário em Latossolo Vermelho Escuro da região de Sete Lagoas, MG, Brasil, 1997.

Doses de P_2O_5 (kg/ha)	Primeiro corte	Segundo corte
0	4.9 b* (58)	2.6 b (58)
50	6.9 a (81)	3.6 a (80)
100	7.4 a (87)	3.8 a (84)
200	8.1 a (95)	3.9 a (87)
400	8.5 a (100)	4.5 a (100)
Doses de calcário (t/ha)		
0	6.6 b	3.4 b
3	7.7 a	4.0 a
6	6.9 ab	3.7 ab
12	7.5 a	3.6 ab

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P < 0.05$), pelo teste de Duncan.

conveniente inferir-se resposta semelhante para a velocidade de recobrimento da área. No caso, apenas uma parte da planta explorou um volume de solo. No campo, dado o lançamento de raízes pelo talo, vários sistemas radiculares irão explorar um volume específico deste solo.

Na Tabela 2 apresenta a variação da matéria seca (MS) obtida para o sistema radicular. A análise estatística acusou efeito significativo ($P < 0.05$) apenas para os tratamentos com P. Houve, portanto, aumento com os teores de fósforo, contudo, os maiores aumentos foram obtidos com a aplicação de apenas 50 kg de P_2O_5/ha sem que a calagem contribua em melhorar o desenvolvimento destas raízes. Estes resultados favorecem a inferência da rusticidade da planta.

Tabela 2. Produtividade do sistema radicular do *Arachis pintoi* (g/vaso) e produção relativa (% em parêntesis), em função de doses de P_2O_5 em Latossolo Vermelho Escuro da região de Sete Lagoas, MG, Brasil, 1997.

Doses de P_2O_5 (kg/ha)	Segundo corte
0	2.7 c* (69)
50	3.3 ab (85)
100	3.5 a (90)
200	3.5 a (90)
400	3.9 a (100)
C.V. (%)	25.8

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P < 0.05$), pelo teste de Duncan.

Por outro lado, a correlação entre a produção relativa e os teores de cálcio e de magnésio não apresentaram valores significativos ($r = 0.3$), contudo, houve efeito significativo ($P < 0.05$) para a relação Ca/Mg. Na Figura 1 demonstra a distribuição dos pontos obtidos para a produção relativa da parte aérea nos dois corte efetuados. A partir da relação 3:1 a produção alcança valores superiores a 90% da produção máxima. Valores mais altos, ou seja, menores valores de Mg acarretaram prejuízos à produção. Estas baixas produções foram obtidas no tratamento testemunha onde a relação Ca/Mg variou de 8.20 (primeiro corte) a 11.50 (segundo corte) com os teores de Ca ao redor de $0.50 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ e os de Mg inferiores $0.06 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$. Portanto, o Ca e o Mg apresentavam valores inferiores aos seus respectivos níveis críticos (1.5 e $0.5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, respectivamente (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989).

Alguns trabalhos tem evidenciado uma relação Ca/Mg ideal entre 3:1 a 5:1, com uma saturação de Ca entre 60% e 70% (Silva, 1980). Liebhardt (1981) apresenta as seguintes saturações ao pH do solo adequadas ao cultivo de milho: Ca = 65% a 85%, Mg = 6% a 12% e K = 2% a 5%. Para a cultura da soja, Silva et al. (1984) demonstraram que a massa seca obtida não se alterou nas relações de Ca/Mg, sugerindo que a quantidade do corretivo foi mais importante que a relação em si. Wilkinson e Duncan (1993) também estabeleceram que a relação 1:1 (ou menor) prejudica o desenvolvimento do sorgo. A concentração 0.01 mM de Mg induziu um aumento e a concentração 1.0 mM um decréscimo na absorção de Ca. Os autores salientam a influência da cultivar na resposta à relação Ca/Mg. É importante, portanto, a manutenção do equilíbrio entre os teores de Ca e Mg no solo também para a cultura do Arachis, principalmente mantendo-se os níveis críticos do elemento.

A equação de regressão ajustada entre a produção relativa da MS da parte aérea e os respectivos valores

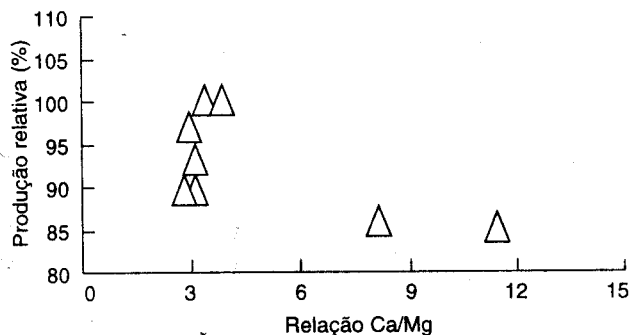


Figura 1. Distribuição da produção relativa da parte aérea do Arachis pintoi em função da relação Ca/Mg em dois cortes efetuados em Sete Lagoas, MG (Brasil).

de fósforo disponível obtido pelo extrator Mehlich-1 está representada na Figura 2. Esta regressão permite estabelecer as classes de resposta do Arachis ao fósforo em LEd da região de Sete Lagoas. Desta forma, tendo com base a derivada primeira da equação ajustada (dy/dx) tem-se que o nível crítico para fósforo é de 9 ppm. Estabelecendo-se o limite de 80% da produção máxima como limite, ficam estabelecidas as seguintes classes de resposta ao fósforo:

1. Baixo: 0 a 4 mg/dcm^3 de P disponível,
2. Médio: 4 a 9 mg/dcm^3 de P disponível, e
3. Alto: $> 9 \text{ mg/dcm}^3$ de P disponível.

A análise estatística para os resultados de P disponível pelo método Mehlich-1 não revelou interação significativa com os tratamentos calcárico. Os dados médios para P disponível obtido entre os resultados dos dois cortes permitiu obter a equação seguinte:

$$Y \text{ (P mg/dm}^3\text{)} = 0.0283x \text{ (kg/ha de P}_2\text{O}_5\text{)} + 0.713, \\ R^2 = 0.97, P < 0.01$$

Desta forma, para obter-se o nível crítico de 9 ppm de P seriam necessários 290 kg/ha de P_2O_5 . Para obter-se 80% da produção máxima seriam necessários 130 kg/ha de P_2O_5 .

A análise foliar permitiu estabelecer a seguinte equação para os dados da parte aérea e os teores de P (dag/kg):

$$Y \text{ (peso seco)} = -136.16 x^2 + 48.69x - 0.1255, \\ R^2 = 0.56, P < 0.01$$

Através desta equação é possível estabelecer o nível máximo de P em 0.18 dag/kg . Neste nível tem-se a produção teórica de 4.3 g de MS.

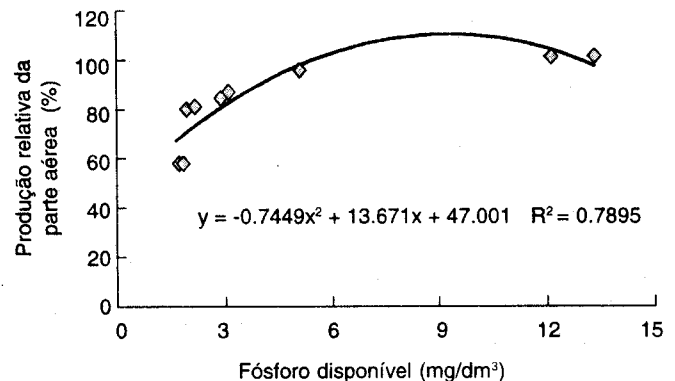


Figura 2. Curva de resposta do Arachis pintoi a fósforo em Latossolo Vermelho Escuro distrófico da região de Sete Lagoas, MG (Brasil).

Não houve influência dos demais nutrientes estudados na produção da parte aérea. Através da produção obtida para o percentaje máximo de P na parte aérea, estabeleceu-se preliminarmente os seguintes níveis adequados para a nutrição do *A. pintoi*: N = -3.2 dag/kg, K = -3 dag/kg, Ca = 2.2 dag/kg, Mg = 0.6 dag/kg, Cu = 14 mg/kg, e Zn = 30 mg/kg.

Conclusões

1. Não houve interação significativa entre os tratamentos com P e cálcio demonstrando que *A. pintoi* é uma espécie de boa rusticidade e possível de ser usada em solos degradados.
2. As classes de resposta deste leguminosa ao P podem ser discriminadas como se segue: baixo = 0 a 4 mg/dcm³ de P disponível; médio = 4 a 9 mg/dcm³ de P disponível, e alto > 9 mg/dcm³ de P disponível.
3. Estabelece-se preliminarmente os seguintes níveis adequados para a nutrição do *A. pintoi* em Minas Gerais: N = -3.2 dag/kg, P = 0.18 dag/kg, K = -3 dag/kg, Ca = 2.2 dag/kg, Mg = 0.6 dag/kg, Cu = 14 mg/kg, e Zn = 30 mg/kg.

Resumen

En casa de vegetación de la Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais (Brasil) se estudió la respuesta de *Arachis pintoi*, cultivado en macetas de 3 kg conteniendo un Latossol (Oxisol) Vermelho Escuro distrófico, a la aplicación de fósforo (0, 50, 100, 200 y 400 kg de P₂O₅/ha, aplicado como superfosfato triple) y cal (0, 3, 6 y 12 t/ha con 380 g/kg de CaO, 120 g/kg de MgO). Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones en un factorial. Todos los tratamientos recibieron el equivalente a 80 kg/ha de K₂O en forma de KCl. Después de dos cosechas se encontró que las mayores respuestas se obtuvieron con la aplicación de fósforo. La ecuación de regresión ajustada entre peso seco de la parte aérea y la disponibilidad de fósforo: $Y(\text{peso seco}) = -136.16x^2 + 48.69x - 0.1255$, $R^2 = 0.56$, $P < 0.01$, permitió establecer el nivel de 9 ppm de este nutrimento como crítico para *A. pintoi*. No se encontró interacción entre fósforo y calcio. De acuerdo con la producción de MS obtenida para la máxima concentración de fósforo en la parte aérea (0.18 dag/kg), se estableció en forma preliminar como niveles adecuados para la nutrición de esta leguminosa en Minas Gerais los siguientes: N = -3.2 dag/kg, K = -3 dag/kg, Ca = 2.2 dag/kg, Mg = 0.6 dag/kg, Cu = 14 mg/kg y Zn = 30 mg/kg.

Summary

The response of *Arachis pintoi* to phosphorus (P) and lime was studied in a dark-red Latosol from Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil. The trial aimed to stabilize the critical level of P fertilization under controlled greenhouse conditions, using pots with 3 kg of soil. Composite treatments were applied consisting of five levels of P, four levels of lime, and two harvests. At harvest, *Arachis* production was higher in P treatments compared with lime treatments. It was possible to determine the type of P response based on the fixed regression between *Arachis* dry matter content and available P Mehlich-1, indicating that the critical P level was 9 mg/kg. No significant interaction was found between P and lime treatments. With the maximum P content in leaves (0.18 dag/kg), it was possible to stabilize the preliminary nutritional levels in *A. pintoi* as follows: N, -3.2 dag/kg; K, -3 dag/kg; Ca, 2.2 dag/kg; Mg, 0.6 dag/kg; Cu, 14 mg/kg; and Zn, 30 mg/kg.

Referências

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. CIAT Informe. Cali, Colômbia. p. 90-98.
- Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1989. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 4ª aproximação. 160 p.
- Hardy, B. 1995. Domesticando el maní silvestre, un forraje multipropósito. CIAT Internacional 13(2):7-8.
- Liehardt, W. C. 1981. The basic cation saturation ratio concept and lime and potassium recommendations on Delaware's Coastal Plain soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 45(1):544-549.
- Rao, I. M. e Kerridge, P. C. 1993. Mineral nutrition of forage *Arachis*. En: Kerridge, P. C. e Hardy, B. (eds.). Biology and agronomy of forage *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colômbia. p. 71-83.
- Sarruge, J. R. e Haag, H. P. 1974. Análises químicas em plantas. ESALQ, Piracicaba, Brasil.
- Silva, J. E. da. 1980. Balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento do milho em solo sob cerrado. Pesqui. Agropecu. Bras. 15(3):329-33.
- Silva, R.; Borges, A. C.; Novais, R. F.; e Thiébaud, J. T. 1984. Efeito de níveis de corretivos em diferentes relações Ca:Mg sobre o comportamento das variedades UFV-1 e IAC-2 da soja. XVI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, julho 22-27. Resumo 25. CEPLAC, Ilhéus, Brasil.
- Vasconcellos, C. A.; Purcino, H.; Vianna, M. C.; e França, C. C. 1996. Nutrição mineral do *Arachis pintoi*. XXII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas, julho 21-26. Resumo 139. Manaus, Brasil.
- Wilkinson, R. E. e Duncan, R. R. 1993. Magnesium influence on calcium (⁴⁵Ca) absorption by sorghum root tips. J. Plant Nut. 16(10):1917-1920.