

RESPOSTA DE CULTIVARES DE MILHO À ADUBAÇÃO FOSFATADA EM LATOSSOLO VERMELHO DO SUL DO PARÁ¹

Carlos Alberto Costa VELOSO²

Eduardo Jorge Maklouf CARVALHO²

Francisco Ronaldo Sarmanho de SOUZA³

Walcylen Lacerda Matos PEREIRA⁴

RESUMO: O objetivo do estudo foi de verificar o efeito de aplicações de fósforo sobre a produção de matéria seca, bem como a concentração de macronutrientes em quatro cultivares de milho, em um experimento conduzido sob casa de vegetação em vasos de plástico com Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 5, utilizando quatro cultivares de milho que estão sendo recomendadas para o estado do Pará (Sol da Manhã, Agroceres-AG4051, BR-5102 e BR-5107) e cinco doses de P (0; 100; 150; 200 e 250 mg/kg de P na forma de superfosfato triplo) com quatro repetições. A aplicação do corretivo, sob a forma de reagentes puros (carbonato de cálcio e carbonato de magnésio), foi realizada 60 dias antes do plantio e os nutrientes foram aplicados na forma de solução. A colheita do experimento foi realizada aos 45 dias após o plantio. Os resultados demonstraram que o efeito da adição de fósforo no solo manifestou-se mais intensamente sobre a parte aérea da planta do que sobre o sistema radicular. A elevação dos teores de fósforo na planta assinala incremento na matéria seca, enquanto a elevação dos teores de cálcio e magnésio nas plantas de milho assinalam redução na matéria seca. A variedade BR-5107 apresentou maiores taxas de absorção e utilização de fósforo, para a produção de matéria seca da parte aérea da planta, do que as demais variedades de milho.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: *Zea mays*, Fósforo, Solo Ácido, Macronutrientes, Nutrição de Planta, Matéria Seca.

RESPONSE OF MAIZE CULTIVARS TO PHOSPHATE FERTILIZERS IN AN OXISOL OF PARA STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the effect of doses of P on dry matter production and the macronutrient concentration in the tissue of four maize varieties. The experiment was made in greenhouse conditions using an Oxisol from Para State. A randomized block experimental

¹ Aprovado para publicação em 12.05.05

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66.095-100. Belém (PA). E-mail: veloso@cpatu.embrapa.br, carvalho@cpatu.embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66.095-100. Belém (PA).

⁴ Engenheira Agrônoma, Dra., Bolsista do CNPq, Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Solos. CEP 78.060-900. Cuiabá (MT).

design with treatments arranged in a 4 x 5 factorial was used. Treatments were four maize varieties (Sun of the Morning, Agroceres-AG4051, BR-5102 and BR-5107) and five doses of P (0; 100; 150, 200 and 250 mg/kg of P). Lime (CaCO_3 and MgCO_3) was applied 60 days before planting. The nutrients were applied in solution. The total cropping period was 45 days. The results showed that P addition showed more beneficial effects on the aerial part of the plant than in the root system. The P doses applied increased dry matter production and the levels of calcium and magnesium in plant tissue decreased the dry matter production of maize. The BR-5107 variety showed higher rates of absorption and utilization of P for dry matter production than other maize varieties.

INDEX TERMS: *Zea mays*, Phosphorus, Soil Acidity, Macronutrient, Plant Nutrition, Dry Matter.

1 INTRODUÇÃO

O milho no Brasil tem sido cultivado nas mais variadas condições de solo e clima, inclusive em regiões que predominam solos ácidos e deficientes em fósforo. A pobreza natural desses solos em fósforo, decorrente de sua alta capacidade de fixação, em consequência da acidez e dos teores elevados de ferro e alumínio, determina a sua disponibilidade para as plantas (RAIJ, 1991)

A cultura do milho tem sido uma excelente atividade para o produtor rural nos programas de manejo e recuperação de solos, como alternativa de produção para abastecer a agroindústria e como uso na alimentação humana e animal. Entretanto, os atuais sistemas utilizados para a cultura do milho no estado do Pará têm contribuído para a sua baixa produtividade e sustentabilidade (SOUZA et al., 1999).

Embora as condições edafoclimáticas encontradas no estado do Pará não apresentem limitações ao desenvolvimento da cultura do milho, diferenças entre variedades quanto à capacidade de crescimento em solo com deficiência de

fósforo, de absorção e de utilização desse nutriente, e de reação à adubação fosfatada, podem indicar a presença de variabilidade genética na cultura para maior eficiência no aproveitamento de fósforo (MIOLA, et al., 1999). Essa possibilidade, também, tem sido mostrada em trabalhos conduzidos em solução nutritiva (CAMARGO, 1984). Essa característica, se adequadamente utilizada em programas de melhoramento genético, poderá representar economia no consumo de fósforo para a cultura do milho no Brasil (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Para o sucesso do cultivo do milho, a prática do conhecimento da dinâmica do P no solo, nas recomendações de adubação fosfatada, tem sido pouco utilizada. Deve-se isto, em parte, ao fato de que o método Mehlich-1, proposto na década de cinquenta e atualmente utilizado em muitos laboratórios de diagnóstico de fertilidade do solo no Brasil, extrai uma fração solúvel em ácido fraco do nutriente presente no solo (REIN, 1991). Pode-se acrescentar, ainda, a baixa capacidade de extração de P em solos argilosos e a ação dissolutiva do ácido sobre formas de P disponível (RAIJ, 1992).

O fósforo é um nutriente muito importante para a nutrição das gramíneas, leguminosas e para nodulação e fixação do nitrogênio atmosférico. Em condições de elevada acidez do solo a disponibilidade de P para as plantas pode diminuir. Devido à sua fixação por reações de adsorção e precipitação por Al e Fe, torna-se indispensável a adição de P ao solo na forma de adubos fosfatados, onde a finalidade é se obter altas produções de matéria seca (ANDREW; JONES, 1978).

Para a cultura do milho, a importância da adubação fosfatada, como um fator de incremento na produção, é sobejamente conhecida (COUTINHO et al., 1991). Para suprir adequadamente a planta, segundo esses autores, 200 kg/ha de P_2O_5 seriam necessários para obtenção de altas produtividades, sem a observação de alterações significativas nos teores de zinco nas folhas. É importante conhecer as quantidades absorvidas e exportadas de nutrientes pela cultura, a fim de não provocar o aparecimento de fator limitante por falta e nem por desequilíbrio nutricional. Se a fertilidade do solo estiver em nível satisfatório, esta informação estabelecerá uma adubação que possibilite manter estável o rendimento ao longo dos cultivos. (SOUZA et al., 1985).

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de aplicações de fósforo sobre produção de matéria seca, bem como sobre a concentração de macronutrientes em quatro cultivares de milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação da Embrapa Amazônia Oriental, no período de agosto a novembro de 2000, no Município de Belém (PA), nas coordenadas 1°28' de Latitude sul e 48°27' de Longitude a oeste de Greenwich, a altitude de 14 m.

Colocaram-se oito sementes em vasos de plástico com três litros de capacidade, e, posteriormente, selecionadas quatro plantas por vaso. As cultivares de milho usadas foram Sol da Manhã, Agrocerec-AG4051, BR-5102 e BR-5107 como planta teste. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa, coletado em área não desbravada do Município de Redenção, (PA), na camada de 0-20 cm de profundidade. As características químicas e físicas do solo encontram-se na Tabela 1. Para elevar o índice de saturação por base ao valor de 70%, fez-se calagem com $CaCO_3$ e $MgCO_3$ P.A. na proporção de 3:1, aos 60 dias antes da aplicação dos tratamentos, seguindo recomendação técnica para milho em solos cuja saturação por bases é inferior a 60% (RAIJ, 1991).

O solo recebeu adubação básica nas seguintes doses (mg/kg): 200 de N, na forma de uréia; 150 de K, na forma de cloreto de potássio; 48 de S, na forma sulfato de amônio; 0,5 de B na forma de ácido bórico; 1,5 de Cu na forma de sulfato de cobre; 1,5 de Mn na forma de sulfato de manganês; e 5,0 de Zn na forma de sulfato de zinco. Estas doses foram adaptadas de Malavolta (1980) para experimentos em casa de vegetação.

Tabela 1 – Características químicas e físicas de amostras de um Latossolo Vermelho distrófico do Município de Redenção (PA), 2000.

pH (H ₂ O)	M.O. g/kg	P mg/kg	Ca	Mg	K mmol _c /dm ³	Al	H+Al	Areia grossa g/kg	Areia fina g/kg	Silte	Argila
4,6	27,5	1,0	4,0	2,0	0,8	4,0	62,0	170,0	70,0	180,0	580,0

¹Análises realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental- Belém-PA.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 5, utilizando quatro cultivares de milho que estão sendo recomendadas para o estado do Pará (Sol da Manhã, Agrocere-AG4051, BR-5102 e BR-5107) e cinco doses de fósforo (0; 100; 150; 200 e 250 mg/kg de P) na forma de superfosfato triplo, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por um vaso, com 3,0 kg de solo, contendo quatro plantas de milho.

A aplicação dos nutrientes foi feita com solução nutritiva, após o estabelecimento das plantas, à exceção do fósforo que foi previamente incorporado ao solo. A aplicação de nitrogênio e potássio foi feita parceladamente em três doses iguais: aos 10, 20 e 40 dias após o plantio. Os demais nutrientes foram aplicados de uma única vez.

A irrigação foi feita diariamente, utilizando-se água destilada e mantendo-se o teor de umidade próximo da capacidade de campo.

A colheita das plantas foi realizada aos 45 dias após o plantio. Após o corte, separou-se a parte aérea e esta foi levada para secagem em estufa de circulação

forçada de ar a 65 °C, onde permaneceu até atingir peso constante. As raízes foram devidamente lavadas para separá-las das partículas de solo, sendo também posteriormente secas em estufa. O material vegetal foi pesado, moído em moinho tipo Willey com peneira de 20 malhas e acondicionado em saquinhos de papel para análises dos teores totais de N, P, K, Ca, Mg e S seguindo-se os métodos descritos por Malavolta, Vitti e Oliveira (1989).

A determinação do nitrogênio foi feita utilizando-se a digestão sulfúrica de 200 mg de massa seca, com destilação em aparelho microkjeldahl e titulação com ácido sulfúrico. As determinações dos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre foram obtidas por meio de digestão nítrico-perclórica e posterior determinação no extrato. O fósforo, por colorimetria de molibdato-vanadato; potássio, por fotometria de chama; cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica e o enxofre por turbidimetria de sulfato de bário, conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (1989).

A partir dos valores de produção de matéria seca da parte aérea, das raízes e da

altura das plantas, bem como os teores de nutrientes na parte aérea, os dados foram submetidos à análise estatística, utilizando-se o programa SAS (Statistical Analysis System). Efetuou-se análise de correlação e regressão, para todas as variáveis estudadas, em função das doses de fósforo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância evidenciou efeito significativo ($P < 0,05$) para os tratamentos Variedades de milho (V) sobre a altura das plantas e matéria seca da parte aérea. Enquanto isso, para Doses de Fósforo (P), houve efeito na altura das plantas, matéria seca da parte aérea e raízes. A interação Variedade x Doses de fósforo (V x P) revelou efeito significativo apenas sobre a produção de matéria seca da parte aérea, conforme a Tabela 2.

A significância da interação Variedade (V) x Doses de Fósforo (P) para o parâmetro

da matéria seca da parte aérea ($P < 0,05$) indica reação diferenciada de variedades de milho a fósforo em solo sob condições de acidez corrigida. Esse efeito também foi observado por Schenk e Barber (1979) quando trabalharam com genótipos de milho.

Os dados de produção de matéria seca da parte aérea e das raízes em g/vaso e altura das plantas (cm) encontram-se na Tabela 3. De todos os efeitos indicados, a adubação fosfatada apresentou maior incremento na produção de matéria seca (48%), seguida da interação fósforo x variedades (14%) e variedades (3,5%). As doses de fósforo propiciaram, também, diferenças significativas na produção de matéria seca, com a dose de 250 mg/kg de P, apresentando os melhores resultados na parte aérea da variedade BR-5107 e BR 5102. Estes resultados concordam com os obtidos por Souza et al. (1999) com relação ao desempenho dessa variedade.

Tabela 2 – Análise de variância para efeitos de cinco doses de fósforo sobre a altura de plantas (cm), matéria seca da parte aérea e das raízes (g/vaso) de quatro variedades de milho. Belém-PA, 2000.

F.V	G.L.	Altura de Plantas		M.S. Parte Aérea		M.S.Raízes	
		QM	F	QM	F	QM	F
Variedades(V)	3	910,6	6,7 **	18,2	3,8 *	0,4	0,5 n.s.
Doses Fósforo (P)	4	3.240,1	23,7 **	92,9	19,2 **	6,5	7,2 **
V x P	12	235,6	1,7 n.s.	10,8	2,2 *	1,3	1,5 n.s.
Resíduo	19	136,8	–	4,9	–	0,9	–
C.V.		6,4		8,5		7,2	
Média		93,10		6,85		2,22	

n.s.: não-significativo ($p \geq 0,05$); * - significativo ($p < 0,05$); ** - altamente significativo ($p < 0,01$)

Tabela 3 – Valores médios de altura de plantas, matéria seca da parte aérea e das raízes de quatro variedades de milho em função de cinco doses de adubação fosfatada, ordenados segundo o teste de Tukey e ajustados segundo o modelo de regressão. Belém (PA), 2000.

		Altura de plantas (cm)											
		Dose de fósforo (mg/kg)											
Variedades		0		100		150		200		250	Média		
AG-4051		67,7	A	104,0	a	102,7	a	101,3	ac	93,0	ac	93,7	a
SOL-MANHÃ		67,3	A	79,7	b	83,3	b	88,7	bc	90,3	bc	81,8	b
BR-5102		66,3	A	101,7	a	111,0	a	100,0	ac	112,0	a	98,2	a
BR-5107		53,7	A	113,3	a	110,3	a	114,0	a	101,3	ac	98,5	a
Média		63,8		99,7		101,8		101,0		99,17		93,1	

		Matéria seca da parte aérea (g/vaso)											
		Dose de fósforo (mg/kg)											
Variedades		0		100		150		200		250	Média		
AG-4051		2,00	A	6,67	a	5,33	a	10,67	a	8,00	a	6,53	a
SOL-MANHÃ		3,33	A	3,33	a	5,33	a	6,00	a	9,33	a	5,47	a
BR-5102		2,33	A	6,00	a	10,00	a	6,67	a	12,00	a	7,40	a
BR-5107		2,00	A	9,33	a	9,33	a	9,33	a	10,00	a	8,00	a
Média		2,42		6,33		7,50		8,17		9,83		6,85	

		Matéria seca da raiz (g/vaso)											
		Dose de fósforo (mg/kg)											
Variedades		0		100		150		200		250	Média		
AG-4051		0,74	A	2,82	a	2,29	a	3,13	a	1,94	bc	2,18	a
SOL-MANHÃ		1,71	A	1,89	a	2,01	a	2,69	a	3,29	a	2,32	a
BR-5102		0,73	A	1,55	a	3,08	a	1,78	a	2,90	ac	2,01	a
BR-5107		0,58	A	3,47	a	2,17	a	2,75	a	2,97	ac	2,39	a
Média		0,94		2,43		2,39		2,59		2,77		2,22	

Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A adubação fosfatada aumentou significativamente a produção de matéria seca, altura das plantas de milho e os teores de fósforo no solo e nas folhas (Tabela 3). Esse incremento de produção de matéria seca era esperado, por serem, as plantas de milho, sensíveis a baixos teores desse nutriente no solo, o que concordam os resultados de Coutinho et al. (1991) e Souza et al. (1985). A máxima produção de matéria seca de milho esteve associada a concentrações de fósforo no solo, de acordo com cada variedade (Figura 1), sendo mais evidente na variedade BR -5107 e o milho híbrido AG-4051.

Observa-se na Tabela 3, que os rendimentos da matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e altura das plantas de milho foram crescentes à medida que se elevou a quantidade de fósforo adicionado, em todas as variedades de milho. A

diferença de comportamento entre as variedades em relação à adição de fósforo, pode ser comprovada pelos dados, onde se verifica que as variedades Sol da Manhã e BR-5107 apresentaram resposta quadrática em relação às doses de fósforo (Figura 2).

Considerando-se os dados de altura média (Tabela 3), as diferenças entre as variedades AG-4051 e BR-5107, em função dos tratamentos, apresentaram efeito quadrático, sendo o seu ponto de máxima situado com a dose de 150 mg/kg de P, enquanto as variedades Sol da Manhã e BR-5102 apresentaram crescimento constante, com o ponto de máxima na maior dose de fósforo (250 mg/kg).

O peso da matéria seca das raízes e parte aérea não apresentou significância na dose de 250 mg/kg de fósforo entre todas as variedades estudadas, como se verifica na Tabela 3 e Figura 3.

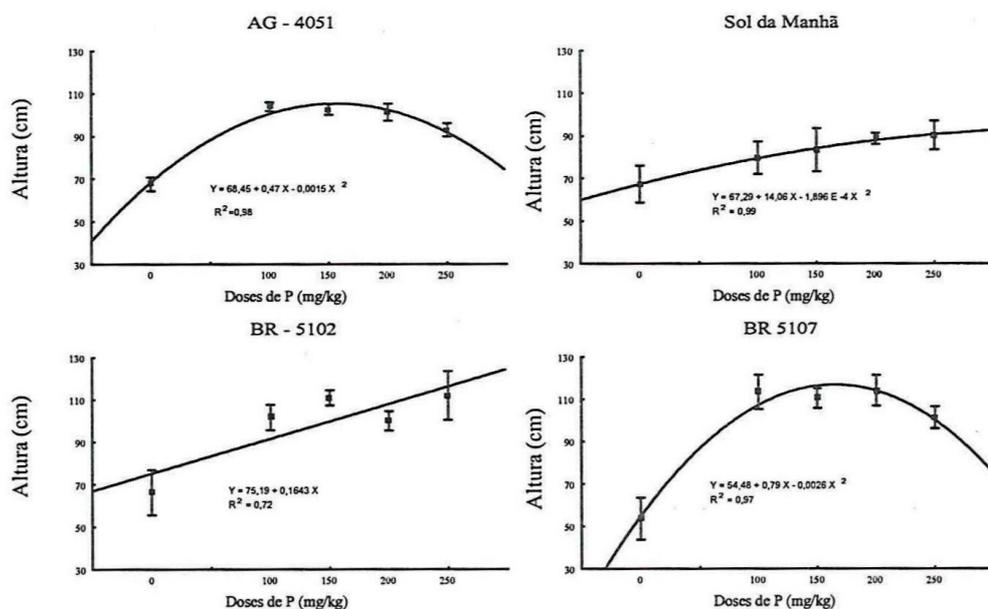


Figura 1 – Ajustes dos modelos de regressão linear entre cinco doses de P (mg/kg) e os valores médios de altura (cm), em função de quatro variedades de milho.

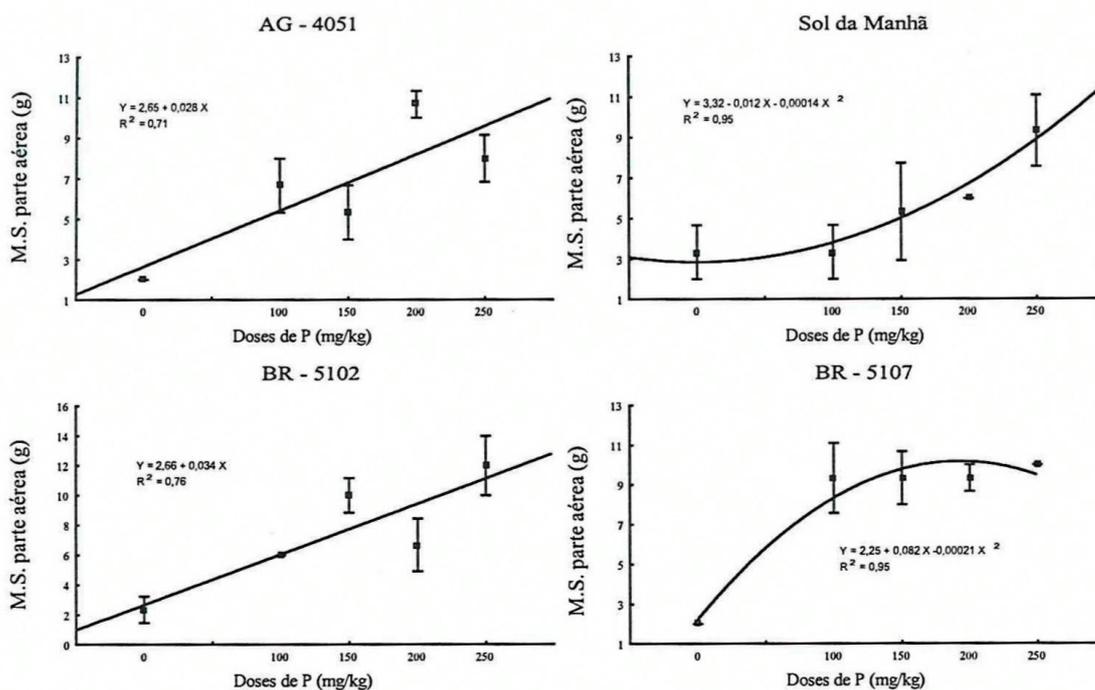


Figura 2 – Ajustes dos modelos de regressão linear entre cinco doses de P (mg/kg) e os valores médios de matéria seca da parte aérea (g), em função de quatro variedades de milho.

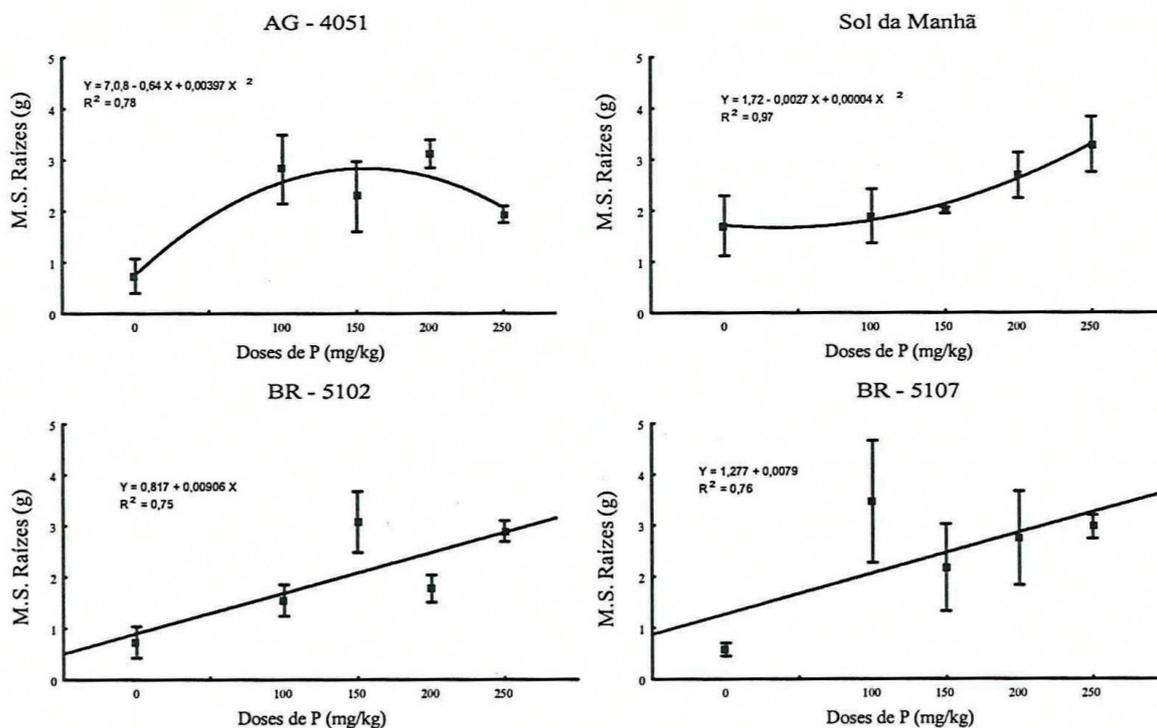


Figura 3 – Ajustes dos modelos de regressão linear entre cinco doses de P (mg/kg) e os valores médios de matéria seca das raízes (g), em função de quatro variedades de milho

Os parâmetros determinados na parte aérea estiveram mais correlacionados com doses e teores de fósforo no solo, quando comparados com o peso da matéria seca das raízes. Observa-se que houve uma correlação positiva entre os parâmetros altura, massa seca da parte aérea e massa

seca das raízes (Tabela 4). Também observa-se uma correlação positiva entre os teores foliares de fósforo e uma correlação negativa para os teores de magnésio e cálcio encontrados na parte aérea das plantas com a massa seca da parte aérea e massa seca das raízes (Figuras 4 e 5).

Tabela 4 – Matriz de correlação linear para altura das plantas, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e teores dos macronutrientes. Belém,PA.

Variável	Altura Plantas	M.S. P. Aérea	M.S. Raízes	N	P	K	S	Mg	Ca
Altura de plantas	—	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*
M.S. Parte. aérea	0,86	—	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	*
MS. raízes	0,78	0,85	—	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
N	0,12	0,14	0,28	—	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
P	0,20	0,53	0,45	0,27	—	n.s.	n.s.	n.s.	*
K	0,08	0,23	0,30	0,02	0,25	—	n.s.	n.s.	n.s.
S	-0,25	-0,33	-0,31	-0,11	0,00	-0,01	—	n.s.	*
Mg	-0,61	-0,59	-0,43	-0,46	-0,40	0,04	0,36	—	*
Ca	-0,46	-0,60	-0,44	-0,43	-0,60	0,06	0,48	0,84	—

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, correlação de Pearson

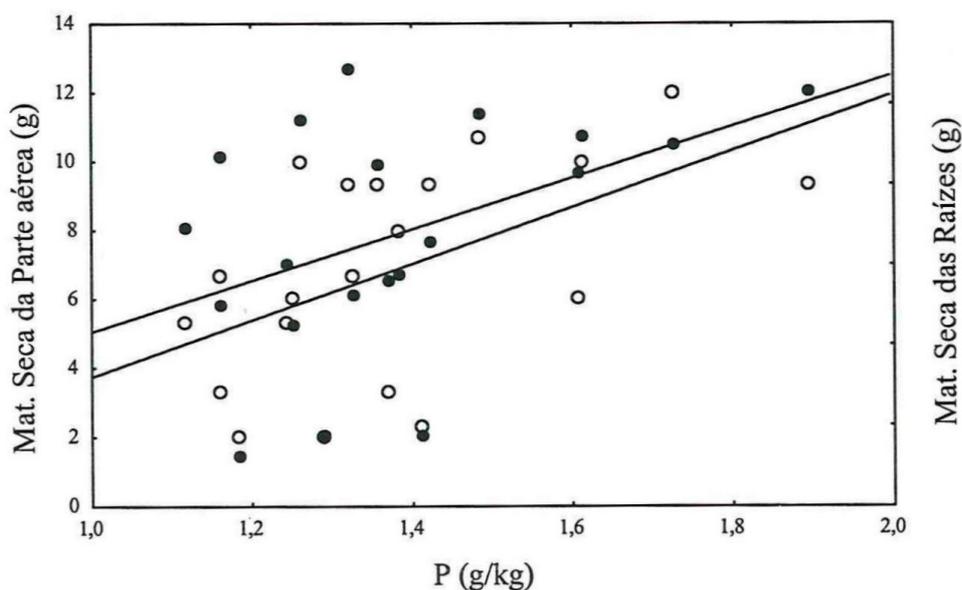


Figura 4 – Relação entre os valores médios das concentrações de P (g/kg) com as médias de M.S. da parte aérea e das raízes de quatro variedades de milho.

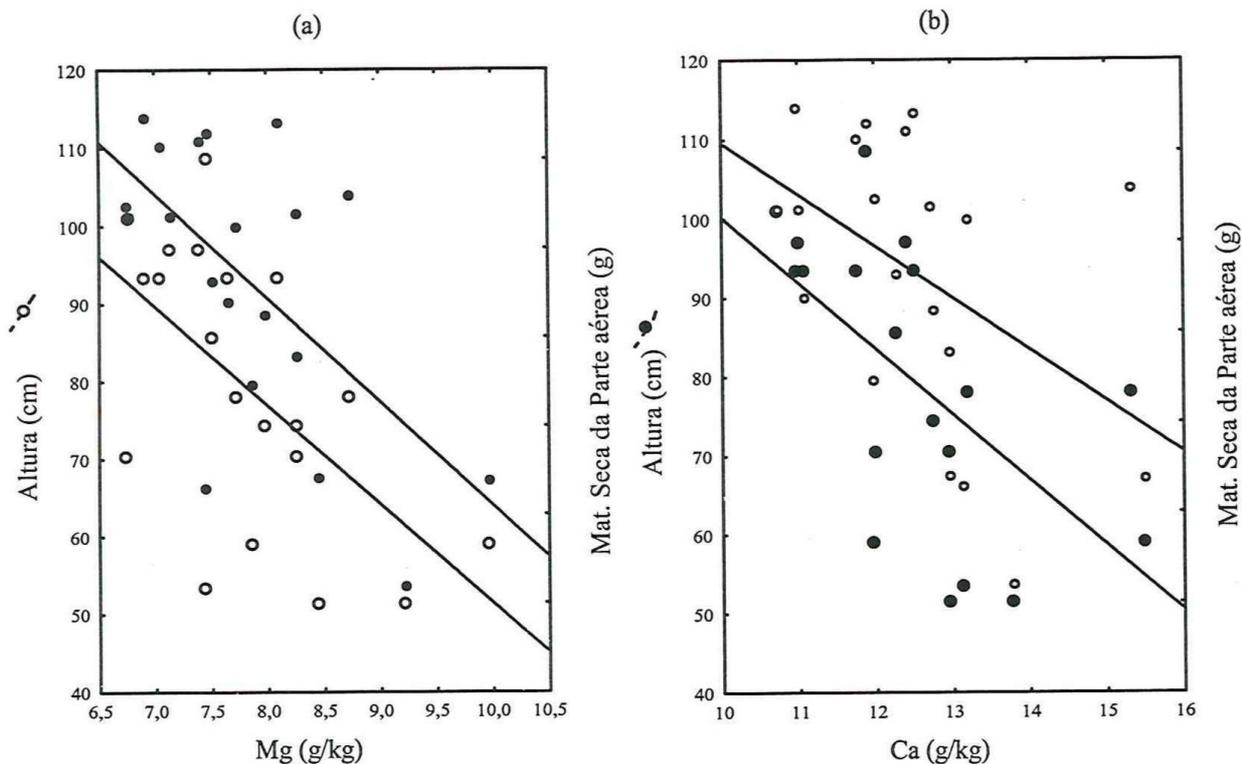


Figura 5 – Relação entre os valores médios das concentrações (g/kg) de (a) Mg e (b) Ca na matéria seca da parte aérea com as médias de altura (cm) de quatro variedades de milho.

Esses resultados mostram que as cultivares de milho diferem em suas respostas à aplicação de fósforo. Portanto, são necessárias diferentes recomendações de adubação fosfatada no mesmo solo para diferentes cultivares. Fageria (1991) observou efeito semelhante na produção de matéria seca na cultura do arroz. Efeitos semelhantes foram observados por outros autores (Ben et al., 1988), que conduziram experimentos em vasos e indicaram o parâmetro produção de matéria seca da parte aérea da planta para expressar a resposta de genótipos de cevada à acidez de solo.

CONCLUSÃO

a) O efeito da adição de fósforo no solo manifestou-se mais intensamente sobre a parte aérea da planta do que sobre o sistema radicular.

b) A elevação dos teores de fósforo na planta assinala incremento na matéria seca, enquanto a elevação dos teores de cálcio e magnésio nas plantas de milho assinalam redução na matéria seca.

c) A variedade BR-5107 apresentou, em média, maiores taxas de absorção e utilização de fósforo para a produção de matéria seca da parte aérea da planta do que as demais variedades de milho.

REFERÊNCIAS

- ANDREW, C.S.; JONES, R.K. The phosphorus nutrition of tropical forage legumes. In: ———; KAMPRATH, F.J. (Ed.). *Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils*. Melbourne: Csiro, 1978. p.295-311.
- BEN, J.R.; PERUZZO, G.; MINELLA, E. Comportamento de alguns genótipos de cevada em relação à acidez do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.23, n.11, p.1315-1320, 1988.
- CAMARGO, C.E. de O. Efeito de diferentes níveis de fósforo em solução nutritiva e no solo no comportamento de cultivares de trigo. *Bragantia*, Campinas, v. 43, n. 1, p. 63-86, 1984.
- COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W.; STUPIELLO, J.J.; CARNIER, P.E. Avaliação da eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados para a cultura do milho. *Científica*, São Paulo, v.19, n.2, p.93-104, 1991.
- FAGERIA, N.K. Resposta de cultivares de arroz a fertilizante fosfatado em Latossolo Vermelho-Escuro do Brasil Central. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 15, p-63-67, 1991.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 201p.
- MIOLA, G.R.; TEDESCO, M.J.; BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.de O. Avaliação da disponibilidade de fósforo no solo para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.34, n.5, p.813-819, maio 1999.
- RAIJ, B. van. Algumas reflexões sobre análise de solo para recomendação de adubação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: SBCS, 1992. p.71-87.
- . *Fertilidade do solo e adubação*, Piracicaba: Ceres: Potafos, 1991. 343p.
- REIN, T. A. *Estimativa de fluxo difusivo de fósforo nos solos e avaliação de sua disponibilidade às plantas*. 1991. 131p. Dissertação (Mestrado) – UFRGS, Porto Alegre, 1991.
- SCHENK, M.R.; BARBER, S.A. Root characteristics of corn genotypes as related to uptake. *Agronomy Journal*, Madison, v.71, n.6, p. 921-924, 1979.

SOUZA, E.C.A.; SANTIAGO, G.; OLIVEIRA, L.C.L.; COUTINHO, E.L.M.; LIMA, L.A. Respostas do milho à adubação com fósforo e zinco. *Científica*, São Paulo, v.13, p.39-49, 1985.

SOUZA, F.R.S. de; VELOSO, C.A.C.; POLTRONIERI, L.S.; ARAÚJO, S.M.B. de. *Recomendações básicas para o cultivo do milho no Estado do Pará*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 20p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, 2).

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.