



Níveis críticos de fósforo em mamoneira cultivada em solos com diferentes capacidades de adsorção ⁽¹⁾.

José Félix de Brito Neto⁽²⁾; Leonardo Theodoro Büll⁽³⁾; Silvia Capuani⁽⁴⁾; Bruno Gaudêncio de Almeida⁽⁵⁾; Leandro Silva do Vale⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho realizado com recursos da Embrapa Algodão; ⁽²⁾ Professor Adjunto da Universidade Estadual da Paraíba, Campus II, Sítio Imbaúba, sn, Zona Rural, Lagoa Seca-PB, Cep: 58.117-000; ⁽³⁾ Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu-SP, Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, Fazenda Lageado; ⁽⁴⁾ Doutoranda em Agricultura/Agronomia Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu-SP; ⁽⁵⁾ Graduando em Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, Campus II, Lagoa Seca-PB; ⁽⁶⁾ Professor Adjunto da Universidade Estadual do Maranhão, Campus de Balsas-MA.

RESUMO: Foi conduzido um experimento em casa de vegetação na Embrapa Algodão, com o objetivo de avaliar a resposta da mamoneira a doses cinco doses de P em quatro tipos de solo com diferentes características de adsorção, e estimar os níveis críticos foliares P. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x5, sendo quatro tipos de solo e cinco doses de P com quatro repetições. De forma geral os níveis críticos de P na parte aérea da planta não variaram muito dentre os solos estudados. O nível crítico de P na massa seca da parte aérea da mamoneira foi maior (4,61 g kg⁻¹) no TCo, estando esse resultado diretamente relacionado com o baixo teor de argila desse solo.

Palavras-chave: Produção, fitomassa, adubação.

INTRODUÇÃO

Apesar de ser considerado um dos elementos que mais limitam a produtividade da maioria das culturas, o P é um dos macronutrientes exigidos em menor quantidade (GATIBONI, 2003).

Alguns solos apresentam elevado grau de intemperismo, com grande quantidade de óxidos de ferro e alumínio, e argilas do grupo da caulinita que são minerais caracterizados pela presença de cargas (ALLEN et al., 1989). Com o aumento do intemperismo, os solos tornam-se eletropositivos passando a adsorver mais ânions, como os fosfatos (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Muitos desses solos intemperizados, e até mesmo os menos intemperizados, apesar de não apresentarem teores totais de P considerados baixos, mostram-se deficientes em P disponível, pela baixa solubilidade das principais formas de P encontradas e pela forte interação do fosfato com o solo, formando compostos de baixa solubilidade devido a combinações com ferro, alumínio, cálcio, matéria orgânica e outros elementos (ROLIM NETO et al., 2004).

Objetivou-se com este trabalho determinar o nível crítico foliar de P em plantas de mamoneira em solos com diferentes características de adsorção de P.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Embrapa Algodão), em Campina Grande-PB, com clima tropical chuvoso segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 28,6°C e mínima de 19,5°C.

Os tratamentos consistiram de quatro classes de solo e cinco doses de P₂O₅ em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso contendo 20 dm³ de solo e uma planta de mamoneira da cultivar BRS Energia. As amostras de dos solos com diferentes características químicas, físicas e mineralógicas, foram coletadas a uma profundidade de 0-20 cm, e conduzida ao local do experimento (Embrapa Algodão). As amostras de solo foram destorroadas, secas ao ar e passadas em peneiras de malha 2 mm para caracterização física e química (Tabela 1), conforme Embrapa (1997).

As amostras de solo foram destorroadas e secas ao ar, e então passadas em peneira com malha de 4 mm. Em seguida foram acondicionados aos vasos e pesados a um peso constante de 23 kg. Cada classe de solo recebeu cinco doses de P (0,0; 43,75; 87,5; 175; e 350 para o TCo e o CXve), (0,0, 60, 120, 240 e 480 para o CXbe) e (0,0, 51,25, 102,5, 205 e 410 para o RY), utilizando-se o superfosfato triplo como fonte de P. As doses de P para cada solo foram determinadas de acordo com o P remanescente (P-rem), seguindo a metodologia de Alvarez et al. (2000). Para o fornecimento dos demais macro e micronutrientes foi aplicada uma solução nutritiva completa (Hoagland e Arnon, 1950), com todos os nutrientes essenciais, exceto o P.

Após a aplicação dos tratamentos, foram semeadas três sementes por vaso da variedade BRS Energia. Os vasos foram mantidos com 70% da capacidade de campo, e a quantidade de água a ser repostada determinada pelo método da pesagem dos vasos. Ao final do experimento, a massa seca da parte aérea foi determinada separando a planta em caule e folha. O material foi seco em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, até peso



constante, e depois pesado em balança analítica de precisão 0,01g para obtenção da massa seca.

A massa seca da parte aérea foi triturada em moinho tipo Wiley e mineralizada por digestão sulfúrica (Tedesco et al., 1995) sendo o P dosado nos extratos por colorimetria (BRAGA; DEFELIPO, 1974). Foram ajustadas equações de regressão relacionando a massa seca e a quantidade de P acumulados na parte aérea das plantas como variáveis das doses de P aplicadas.

Considerou-se como “máxima eficiência econômica” (MEE) a produção de matéria seca correspondente a 90% da “máxima eficiência física” (MEF) (dose de P responsável pela máxima produção de massa seca da planta). A partir dos valores das doses de P que proporcionou a MEE estimou-se o P extraído dos solos pelo extrator e o P acumulado na planta em cada dose aplicada, sendo calculados os níveis críticos de P na planta.

Foram ajustadas equações de regressão relacionando a massa seca e a quantidade de P acumulados na parte aérea das plantas como variáveis das doses de P aplicadas. O nível crítico de P na parte aérea foi obtido substituindo o valor da dose de P para 90% da produção máxima, na equação de regressão entre teor de P na matéria seca e as doses de P aplicadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de produção de massa seca da parte aérea da mamoneira em resposta às doses de fósforo aplicadas nos solos TCo, CXbe, RY e CXve são apresentadas na Figura 1. A produção de massa seca da parte aérea das plantas em função das doses de P aplicadas ajustou-se a modelos quadráticos com elevados coeficientes de determinação, e incrementos decrescentes (Lei de Mitscherlich) entre as doses de P e a produção de massa seca da parte aérea. Comportamento semelhante foi observado por Almeida Junior et al. (2009), em trabalho realizado com doses crescentes de fósforo no crescimento inicial da mamoneira, verificando-se ajuste quadrático para o acúmulo de matéria seca total com incrementos até a dose de 8,8 g planta⁻¹ (44,8 g), entretanto, doses mais elevadas de P promoveu redução no acúmulo de matéria seca total da mamoneira.

A produção de massa seca da parte aérea variou de 34,65 a 33,55 g vaso⁻¹ nos solos com menor teor de argila e maior teor de P-rem (CXve e TCo) (Figura 1A e 1D) respectivamente. Dessa forma, é possível verificar que a maior produção de massa seca da parte aérea foi obtida nos solos com menor capacidade de adsorção de P. O solo TCo, apresentou teor de argila e P-rem de 135,6 g kg⁻¹ e 43,73 mg g⁻¹, respectivamente, sendo que a produção de máxima eficiência econômica (34,65 g

vaso⁻¹) foi atingida com a dose estimada de 87,94 mg dm⁻³.

Comportamento semelhante foi observado para o CXve, que apresentou teor de argila de 125,4 g kg⁻¹. Nesse solo, a produção de máxima eficiência econômica (33,55 g vaso⁻¹) foi obtida com a dose estimada de 104,33 mg dm⁻³. Nos solos que apresentaram maior teor de argila (CXbe e RY) a produção de massa seca da parte aérea variou de 31,86 a 27,43 g vaso⁻¹ (Figura 1B e 1C) respectivamente, sendo esses solos, os que apresentam maior capacidade de adsorção de fósforo, e que demandaram as maiores doses de P.

Para o CXbe com 254,9 g kg⁻¹ de argila, verificou-se que a produção de máxima eficiência econômica (31,86 g vaso⁻¹) está relacionada à dose estimada de 132,18 mg dm⁻³ de P, e para o RY com teor de argila de 330 g kg⁻¹, com dose estimada de 124,63 mg dm⁻³ de P para obtenção de 27,43 g vaso⁻¹ de produção de massa seca da parte aérea (Figura 1B e 1C). Esses resultados demonstram que foi necessário uma maior dose de P nos solos que apresentaram maior capacidade de adsorção de P (CXbe e RY), para produção de massa seca da parte aérea por unidade de P, confirmando a elevada capacidade de adsorção de P desses solos.

Com base nos resultados obtidos, fica evidenciada a importância da fração argila na adsorção e disponibilidade de P para as plantas. Novais e Smyth (1999) relatam que, em solos com elevada capacidade de adsorção de P, como é o caso do CXbe e RY (Figura 1B e 1C), a planta otimiza a menor concentração do P em solução que lhe é disponível, produzindo mais biomassa por unidade de P absorvido do que em solos com menor capacidade de adsorção de P.

Os teores de P na massa seca da parte aérea da planta apresentaram ajuste quadrático às doses de P aplicadas no solo (Figura 2A, B, C e D). De acordo com a literatura, (NOVAIS & SMYTH, 1999) solos com maior capacidade de adsorção de P apresentam menores níveis críticos de P na planta, enquanto que no solo, o nível crítico de P é maior para solos com menor capacidade de adsorção. Em geral os níveis críticos de P na parte aérea da planta não variaram muito dentre os solos estudados. O nível crítico de P na parte aérea foi maior (4,61 g kg⁻¹) no TCo, (Figura 2A).

Muniz et al. (1985) verificaram grande amplitude de variação entre os níveis críticos de P na parte aérea de plantas de soja, cultivadas em solos com diferentes capacidades de adsorção de P, sendo que os menores valores foram observados nos solos de maior capacidade de adsorção de P. O nível crítico de P na parte aérea verificado para o solo CXbe, foi de 4,32 g kg⁻¹, o menor valor encontrado para os solos estudados (Figura 2B).



Provavelmente, esse resultado esteja diretamente relacionado com o seu elevado teor de argila ($254,9 \text{ g kg}^{-1}$), fazendo com que exista uma maior adsorção de P, tornando-o indisponível às plantas. Entretanto, o solo RY apresentou nível crítico elevado ($4,58 \text{ g kg}^{-1}$), mesmo apresentando elevada capacidade de adsorção de P, com teor de argila de (330 g kg^{-1}), discordando de trabalhos encontrados na literatura (NOVAIS & SMYTH, 1999; BEDIN et al., 2003), que demonstram que quanto maior a capacidade de adsorção de P pelo solo, menor será o nível crítico de P na planta (Figura 2C). Provavelmente, além do teor de argila presente nesse solo, a sua natureza mineralógica também interferiu na disponibilidade desse elemento, e conseqüentemente nos níveis críticos de P na planta.

Em experimento com amostras de quatro solos de várzea, Fernandes et al. (2000) obtiveram nível crítico de P na matéria seca da parte aérea de feijoeiro inversamente relacionado com a capacidade de adsorção de P. Para o CXve, (Figura 2D) verificou-se nível crítico de P de $4,36 \text{ g kg}^{-1}$, resultado que discorda de trabalhos encontrados na literatura (BONFIM et al., 2004; FARIAS, et al. (2009), levando-se em consideração a baixa capacidade de adsorção deste solo.

CONCLUSÕES

No TCo, com $135,6 \text{ g Kg}^{-1}$ de argila, a maior produção de massa seca da parte aérea foi obtida com a dose $87,94 \text{ mg dm}^{-3}$ de P, enquanto que no solo RY, com 330 g Kg^{-1} de argila, a maior produção de massa seca foi obtida com a dose $124,63 \text{ mg dm}^{-3}$ de P;

O nível crítico de P na massa seca da parte aérea da mamoneira foi maior ($4,61 \text{ g kg}^{-1}$) no TCo, o qual apresenta o maior teor de argila.

REFERÊNCIAS

ALLEN, B. L.; HAJEK, B. F. Mineral occurrence in soil environments. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. **Minerals in soil environments**. 2nd ed. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p.199-278.

ALMEIDA JUNIOR, A. B. et al. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 217-221, 2009.

FARIAS, D. R. Fósforo em solos representativos do estado da Paraíba. II- Disponibilidade de fósforo para plantas de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 633-646, 2009.

GATIBONI, C. L. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. 2003. 247 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Biodinâmica dos Solos)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

MUNIZ, A. S. et al. Nível crítico de fósforo na parte aérea da soja como variável do fator capacidade de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 9, p. 237-244, 1985.

NOVAIS, R. F.; SMITH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

ROLIM NETO, F. C. et al. Adsorção de fósforo, superfície específica e atributos mineralógicos em solos desenvolvidos de rochas vulcânicas do Alto Paranaíba, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 953-964, 2004.

Tabela 1. Características químicas e físicas dos quatro solos estudados.

Atributos do solo	Solos			
	Tco	Cxbe	RY	Cxve
pH H ₂ O (1:2,5)	6,8	6,6	6,8	6,5
Ca ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	76,9	182,1	145,3	31,0
Mg ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	29,5	39,3	63,5	20,5
Na ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	1,1	0,7	1,1	0,5
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	5,1	13,5	4,8	6,2
SB (mmol _c dm ⁻³)	112,6	235,6	214,7	58,2
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	12,4	38,0	28,1	12,4
T (mmol _c dm ⁻³)	125,0	273,6	242,8	70,6
V (%)	90	86	88	82
Al ⁺³ mmol _c dm ⁻³)	0,5	0,5	0,5	0,5
P mg dm ⁻³ (Melich-1)	296,2	286,8	8,90	22,5
P mg dm ⁻³ (RTA)	75,0	130,5	10,5	18,0
M.O (g kg ⁻¹)	11,2	28,8	20,9	10,2
P-rem (mg L ⁻¹)	43,73	16,28	27,34	41,34
CMAP (mg g ⁻¹)	0,279	0,297	0,395	0,293
Areia (g kg ⁻¹)	726,4	716,8	450,1	726,6
Silte (g kg ⁻¹)	138,0	28,3	234,8	148,0
Argila (g kg ⁻¹)	135,6	254,9	330,0	125,4

TCo: Luvisolo Crômico Órtico; Cxbe: Cambissolo Háplico Eutrófico; RY: Neossolo Flúvico; Cxve: Cambissolo Eutrófico Típico.

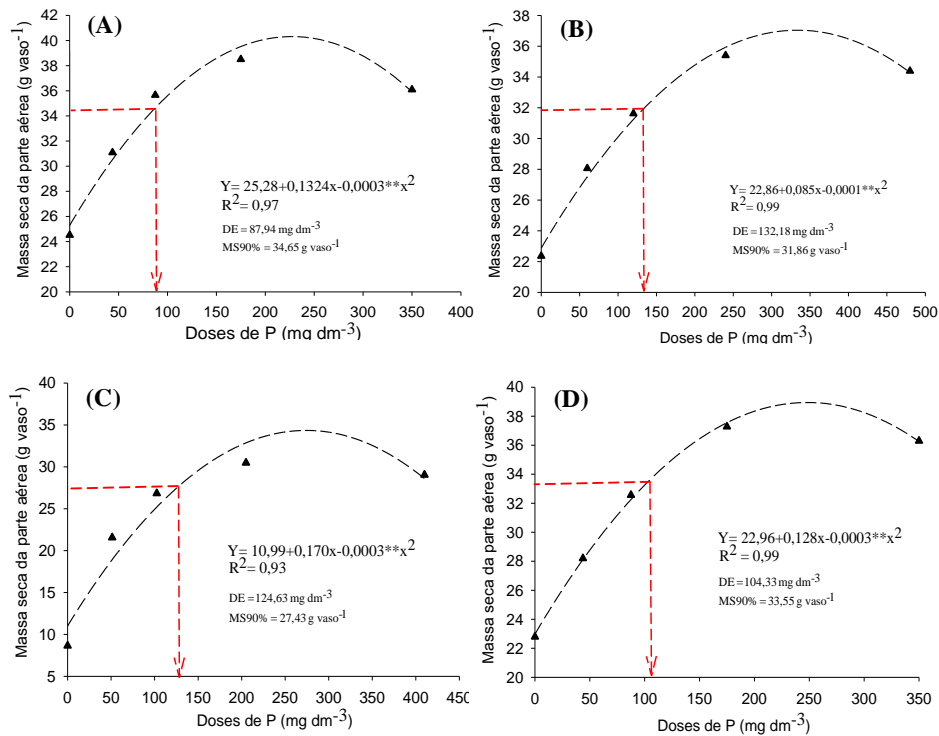


Figura 1. Doses de P estimadas para 90% da produção máxima de massa seca da parte aérea para o TCo (A), CXbe (B), RY (C) e CXve (D).

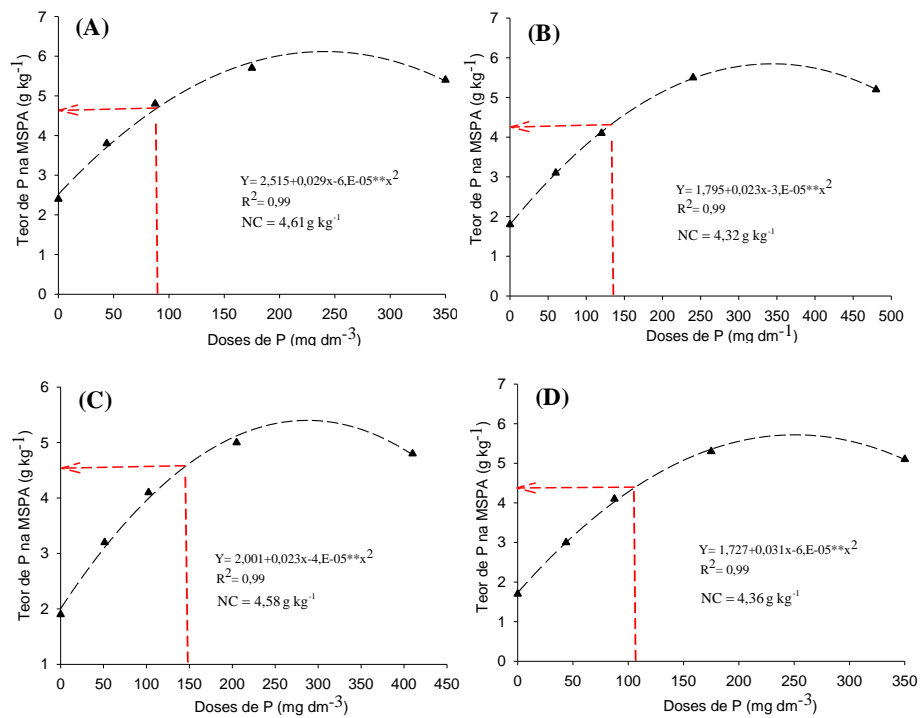


Figura 2. Nível crítico de P na massa seca da parte aérea para 90% da produção máxima para os solos TCo (A), CXbe (B), RY (C) e CXve (D).