

Crescimento do sorgo granífero e disponibilidade de fósforo em solos de diferentes texturas submetido à fertilização fosfatada

Fábio Steiner¹, Maria do Carmo Lana², Tiago Zoz², Jucenei Fernando Frandoloso² e Viviane Ruppenthal²

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA, Departamento de Produção Vegetal, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP 18.610-307, Botucatu – SP – Brasil.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Centro de Ciências Agrárias – Curso de Agronomia. Rua Pernambuco, 1777, CEP 85.960-000, Marechal Cândido Rondon – PR – Brasil.

fsteiner@fca.unesp.br, mclana@unioeste.br, tiago_zoz@hotmail.com, neiff@bol.com.br, viviruppenthal@hotmail.com

Resumo: O sorgo granífero é uma cultura que vem despertando grande interesse por parte dos agricultores para o cultivo no Estado do Paraná. Porém, constatou-se haver poucas informações sobre a necessidade da cultura a adubação fosfatada. Assim, conduziu-se um experimento em condições de casa de vegetação com o objetivo de avaliar a disponibilidade de fósforo e o crescimento inicial do sorgo granífero em função da aplicação do fertilizante organomineral, microgranulado Umoplast[®] em comparação ao fertilizante mineral fosfato monoamônico em solos com diferentes texturas. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições e os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 2 x 5, constituído por dois solos (argiloso e arenoso); duas fontes de fósforo (Umoplast[®] e MAP) e cinco doses (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Aos 45 dias após a emergência procedeu-se as avaliações de altura de planta; matéria seca da parte aérea, e teor e acúmulo de P na parte aérea de plantas de sorgo granífero. Os resultados evidenciaram que a altura de planta, a produção de matéria seca e o conteúdo de P na parte aérea do sorgo responderam de forma quadrática, independentemente da fonte utilizada em ambos os solos. O híbrido de sorgo DKB 510 responde até a dose de 140 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em produção de matéria seca para as fontes Umoplast[®] e MAP, respectivamente.

Palavras-Chave: *Sorghum bicolor* L., fertilizante fosfatado, fósforo disponível.

Sorghum Growth and phosphorus availability in soils of different textures underwent phosphate fertilization

Abstract: The sorghum is a crop that is attracting great interest by farmers for cultivation in the state of Parana. However, it appeared to have little information about need for culture to phosphate fertilizer. Thus, we conducted an experiment in greenhouse conditions in order to assess the availability of phosphorus and early growth of sorghum according to the application of biofertilizer, microgranulated Umoplast[®] compared to mineral fertilizer monoammonium phosphate in soils with different textures. We used a randomized block design with four replications and treatments arranged in a 2 x 2 x 5, consisting of two soils (clay and sandy), two sources of phosphorus (Umoplast[®] and MAP) and five doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹ P₂O₅). At 45 days after emergence proceeded evaluations of plant height, shoot dry matter, and content and accumulation of P in the shoots of sorghum. The results showed that plant height, dry matter production and P content in shoots of sorghum quadratic response, independently of the font used in both soils. The sorghum hybrid DKB 510 responds to the dose of 140 and 90 kg ha⁻¹ P₂O₅ in dry matter production at the sources Umoplast[®] and MAP, respectively.

Key words: *Sorghum bicolor* L., phosphorus fertilizer e phosphorus available.

Introdução

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é o quinto cereal mais importante no mundo, sendo precedido pelo trigo, arroz, milho e cevada (Tabosa *et al.*, 1993). O sorgo vem sendo utilizado como principal fonte de alimento em grande parte dos países da África, Sul da Ásia e América Central e importante componente da alimentação animal nos Estados Unidos, Austrália e América do Sul.

Atualmente, tem aumentado o interesse dos agricultores do Estado do Paraná pelo cultivo do sorgo. É possível identificar dois fatores primordiais para justificar este interesse: em primeiro lugar, segundo Silva *et al.* (1999) é devido à crescente utilização do milho nas alimentações humana e de monogástricos. Neste caso, devido o sorgo possuir características de cultivo e de valor nutritivo semelhantes aos do milho, constituindo-se em uma alternativa para a substituição do milho. Em segundo lugar, o sorgo consiste numa excelente alternativa como cultura de outono/inverno na produção de cobertura vegetal para o estabelecimento do sistema de semeadura direta, pois é uma cultura que tolera condições de deficiência hídrica, além de possuir elevada capacidade de aproveitamento da água e conversão em biomassa seca. Também se deve levar em consideração que a palha de sorgo apresenta alta relação C/N e, conseqüentemente, maior persistência no solo.

As pesquisas científicas sobre a resposta do sorgo granífero a adubação fosfatada são escassas. Sabe-se que o fósforo (P) é um dos nutrientes mais importantes para as plantas, e também um dos fertilizantes mais aplicados na agricultura brasileira, uma vez que sua disponibilidade nos solos, em geral, é muito baixa, além de que os solos brasileiros possuem alta capacidade de adsorção (Novais & Smyth, 1999; Silva Filho *et al.*, 2002). Por outro lado, dentre os fertilizantes disponíveis no mercado, os fosfatados são os que apresentam a maior variação quanto a sua solubilidade.

Segundo Sousa *et al.* (2003) a resposta à adubação fosfatada depende, dentre outros fatores, da disponibilidade de P no solo, da disponibilidade de outros nutrientes, da espécie cultivada e das condições climáticas. Dados de pesquisas demonstram que os maiores incrementos de produção de grãos das principais culturas são observados com adubações entre 60 e 280 kg ha⁻¹ de P₂O₅, quando se trabalhando em latossolos argilosos e utilizando-se de fontes solúveis. Contudo, são poucos os dados referentes às fontes de fósforo organomineral.

O Umostart[®] super Zn é um fertilizante organomineral com 11% de N; 46% de P₂O₅ solúvel em citrato neutro de amônio, 2% de zinco e substância húmicas. É considerado fertilizante organomineral microgranulado, acondicionado em matriz orgânica (SIPCAM

AGRO, 2003). A solubilização do fertilizante Umostart[®] pode elevar os teores de fósforo na solução do solo e os ácidos húmicos presente na formulação protegem o P da competição com reações de precipitação e adsorção disponibilizando-o para a planta de forma mais eficiente.

Com a baixa lucratividade das atividades agrícolas e a preocupação com a agricultura sustentável, torna-se necessário à definição de um sistema capaz de obter maior produtividade, e melhor relação custo/benefício, evitando dessa forma doses excessivas, e fontes menos eficientes de fósforo. Segundo Kiehl (1985) o fertilizante organomineral comparado ao fertilizante mineral, apresenta um custo relativamente inferior, porém, seu potencial químico reativo é menor, mas sua solubilização é gradativa no decorrer do período de desenvolvimento da cultura, quando a eficiência agronômica pode se tornar maior.

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a disponibilidade de fósforo e o crescimento inicial do sorgo granífero em função da aplicação do fertilizante organomineral, microgranulado Umostart[®] em comparação ao fertilizante mineral fosfato monoamônico em diferentes solos.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido em casa de vegetação na UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, PR, durante os meses de janeiro e março de 2010. Foram utilizadas amostras, coletadas na camada superficial de 0-20 cm, de um Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) de textura argilosa proveniente de Marechal Cândido Rondon/PR e de um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd) de textura arenosa, proveniente de Palotina/PR, as principais características químicas e físicas, de ambos os solos, encontram-se na Tabela 1. O PVAd foi corrigido com calcário dolomítico (CaO: 28,5%, MgO: 21,5% e PRNT: 90%) para elevar a saturação por bases a 50%, o qual foi umedecido e incubado por 14 dias.

Tabela 1. Características químicas e físicas do Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) e do Argissolo Vermelho distrófico (PVAd) utilizados no experimento

Solo	Argila	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H + Al	CTC	V
	g kg ⁻¹	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----					%
LVef	620	5,0	24,8	4,9	3,7	52	10	46	112	59
PVAd	140	4,1	11,4	5,1	1,2	11	3	54	69	22

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições e 20 tratamentos distribuídos em esquema fatorial $2 \times 2 \times 5$, constituído por dois solos (argiloso e arenoso); duas fontes de fósforo: Umoplast® (46% de P_2O_5 solúvel em CNA) e fosfato monoamônico – MAP (48% de P_2O_5 solúvel em CNA) e cinco doses de P (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de P_2O_5). A unidade experimental foi constituída de vasos de polietileno com capacidade de 8,0 dm³. O potássio foi aplicado na forma de cloreto de potássio em dose equivalente a 60 kg ha⁻¹ de K₂O.

Na sementeira utilizou-se o híbrido simples DKB 510 que após o desbaste deixou-se quatro plantas por vaso. Aos 15 e 30 dias da emergência realizou-se a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura com uréia aplicada via solução.

Aos 45 dias após a emergência todas as plantas dos vasos foram cortadas rente ao solo e submetidas as seguintes avaliações: **i)** altura de planta; e, **ii)** matéria seca da parte aérea, após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C ± 2 °C por 72 h, e os valores expressos em gramas por vaso (g/vaso).

O material vegetal seco da parte aérea foi submetido à digestão sulfúrica para determinação do teor de P e então se calculou o conteúdo de P absorvido. Em cada vaso, também foram coletadas amostras de solo que foram analisadas quanto aos teores de P disponíveis (Braga & Defelipo, 1974). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR versão 5.1 para o processamento dos dados.

Resultados e Discussão

Os dados obtidos evidenciaram efeitos significativos da interação entre as fontes e doses de fósforo estudadas (Figura 1 e 2).

As fontes de fósforo proporcionaram aumento na altura das plantas de sorgo, no solo argiloso, até a dose de 160 e 90 kg ha⁻¹, respectivamente, com a aplicação de Umoplast® e MAP, obtendo altura máxima de 60 e 62 cm (Figura 1a). No solo arenoso, a aplicação de Umoplast® e de MAP proporcionou aumento em altura até a dose de 150 e 70 kg ha⁻¹ com altura máxima de 47 e 51 cm, respectivamente (Figura 1b). Estes dados demonstram que, independentemente das características do solo quanto a sua textura do solo, a altura do sorgo grânífero responde de forma semelhante às doses de Umoplast®, com respostas até a dose de 160 kg ha⁻¹ no solo argiloso e 150 kg ha⁻¹ no solo arenoso. Resultados estes também evidenciados por Lana *et al.* (2009), ao trabalharem com a cultura do algodoeiro.

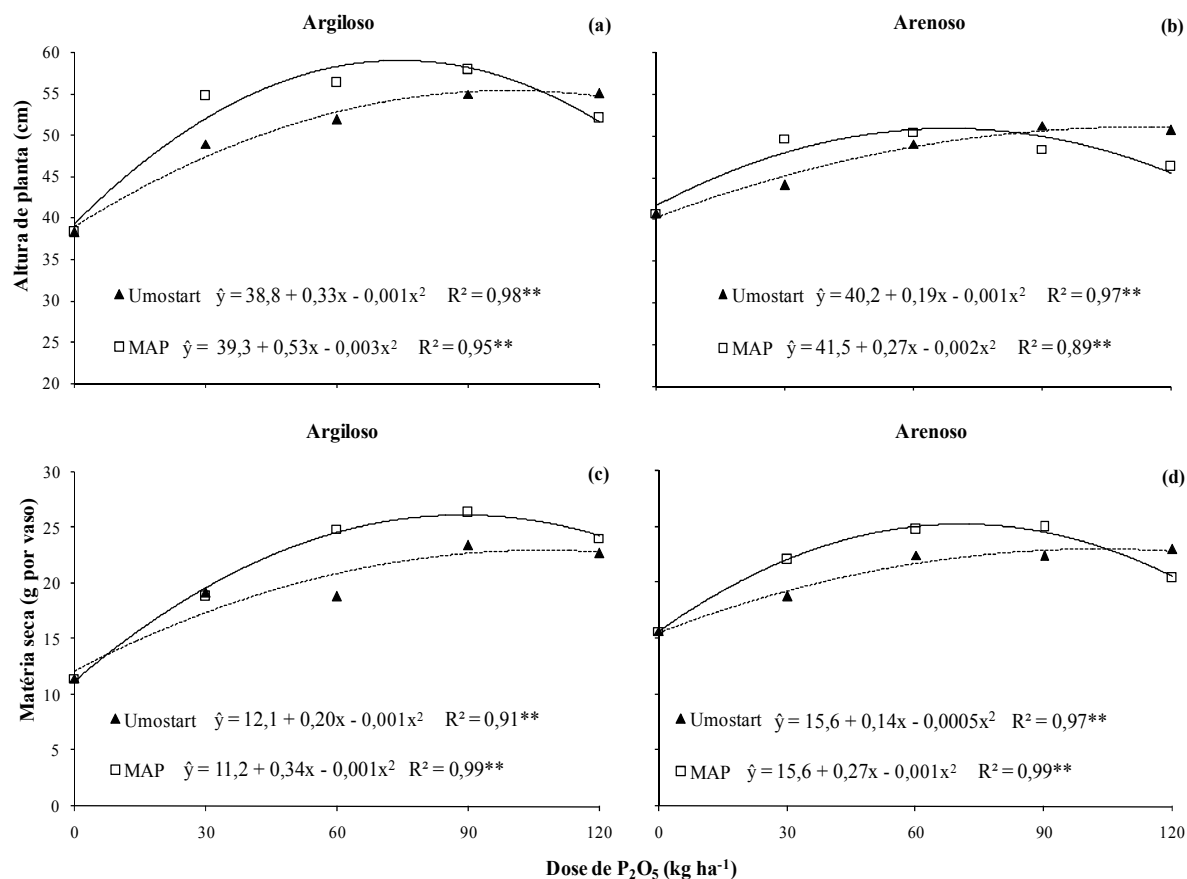


Figura 1. Altura de planta – (a, b) e massa seca da parte aérea – (c, d) do sorgo granífero em função de fontes e doses de fósforo, respectivamente, para o solo argiloso (LVef) e arenoso (PVAd). Marechal Cândido Rondon, PR, 2010. (** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t).

No solo argiloso, com uso do Umostart[®], ocorreu incremento da produção de matéria seca até a dose de 140 kg ha⁻¹ obtendo a produção máxima de 21 g/vaso. Para o MAP a resposta em matéria seca da parte aérea foi maior atingindo ponto de máximo de 29 g/vaso com a dose de 90 kg ha⁻¹ (Figura 1c). Para o solo arenoso, a aplicação de Umostart[®] proporcionou incremento até a dose de 140 kg ha⁻¹ com produção máxima de 26 g/vaso. Para o MAP a dose que proporcionou a produção máxima de 28 g/vaso foi 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 1d).

Para o teor de P disponível no solo a interação entre fontes de P e solo foi significativa, indicando que as fontes apresentam disponibilidades diferentes de acordo com a textura do solo (Figura 2a e 2b). No solo argiloso, a disponibilidade de P aumentou linearmente, para ambas as fontes de fósforo utilizadas (Figura 2a). De modo que houve um aumento na disponibilidade de P na ordem de 0,05 e 0,07 mg dm⁻³ para cada kg de P₂O₅ aplicado na forma de Umostart[®] e MAP, respectivamente, e obtendo para a dose máxima (120

kg ha⁻¹) valores da ordem de 10,3 e 13,9 mg dm⁻³ quando se aplicou Umostart[®] e MAP, respectivamente.

No solo arenoso, a disponibilidade de P no solo aumentou de forma quadrática, sendo obtido teores máximos de 20,6 e 25,3 mg dm⁻³ de P, com a aplicação de 102 e 103 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de Umostart[®] e MAP, respectivamente.

Trabalhando com a cultura de milho, em experimento semelhante a este, Lana *et al.* (2006) verificaram que o aumento das doses Umostart[®] proporcionaram incremento linear no teor de P disponível para o solo argiloso e resposta quadrática no solo no solo arenoso. Resultados estes também evidenciados no presente experimento.

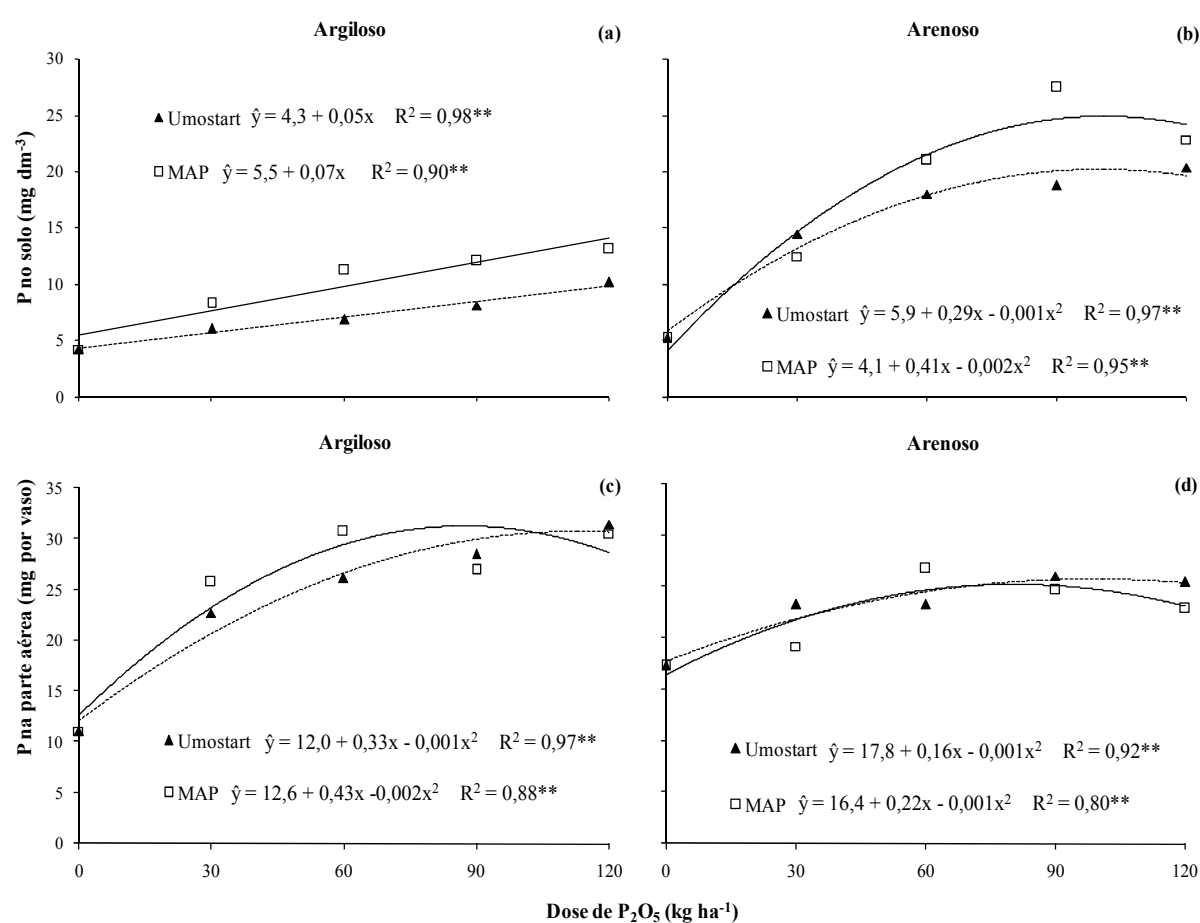


Figura 2. Teor de P no solo – (a, b) e conteúdo de P na parte aérea do sorgo granífero – (c, d) em função de fontes e doses de fósforo, respectivamente, para solo argiloso (LVef) e arenoso (PVAd). Marechal Cândido Rondon, PR, 2010. (** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t).

O MAP apresentou maior liberação de P no solo indicando ser uma fonte de maior solubilidade do que o Umostart[®]. Resultados estes também evidenciados por Lana *et al.* (2006; 2009). Fontes de P de alta solubilidade não são desejáveis em condições de solo muito

argiloso e com baixo teor de P, em função de maior intensidade das reações de adsorção. Por outro lado, esta menor disponibilidade de P no solo quando se aplicou Umoplast® indica que este fertilizante é de liberação mais lenta do que o MAP.

Segundo Kiehl (1985) o fertilizante organomineral comparado ao fertilizante mineral, apresenta um custo relativamente inferior, porém, seu potencial químico reativo é menor, mas sua solubilização é gradativa no decorrer do período de desenvolvimento da cultura, quando a eficiência agrônômica pode se tornar maior.

Apesar do teor de P na parte aérea do sorgo granífero não ter sido influenciado significativamente, pelas fontes e doses de fósforo aplicadas (dados não apresentados) o conteúdo de P na parte aérea aumentou de forma quadrática com as doses de P_2O_5 aplicadas, em ambos os solos (Figura 2c e 2d).

Conclusões

O híbrido de sorgo DKB 510 responde até a dose de 140 e 90 kg ha⁻¹ de P_2O_5 em produção de matéria seca da parte aérea para as fontes Umoplast® e MAP, respectivamente.

A liberação de P do Umoplast® é mais lenta no solo argiloso implicando em menor adsorção de P em comparação com o MAP.

Referências

BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, v.21, p.73-85, 1974.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, RJ. **Manual de métodos de análise do solo**. Brasília, SPI, 1997. 212p.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agrônômica CERES, 1985. 492p.

LANA, M.C.; SCHULZ, L.R.; BRACCINI, A.L.; FRANDOLOSO, J.F. Disponibilidade de fósforo do fertilizante Umoplast® em comparação com o fosfato monoamônico em diferentes solos. In: FERTBIO 2006. **Anais...** Bonito: SBOS, 2006, 4p. (CD ROM).

LANA, M.C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J.F.; ZOZ, T.; FEY, R. Disponibilidade de fósforo e desenvolvimento do algodoeiro cv. IPR 120 em função de fontes de fósforo em diferentes solos. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v.4, n.1, 2009, 4p.

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

SIPCAM AGRO. **Manual técnico de produtos**. MG, setembro, 2003.133p.

SILVA, F.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; CORRÊA, C.E.S.; RODRIGUEZ, N.M.; BRITO, A.F.; MOURÃO, G.B. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folhas/panícula. 2. Avaliação do valor nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, p.21-29, 1999.

SILVA FILHO, G.N.; NARLOCH, C.; SCHARF, R. Solubilização de fosfatos naturais por microrganismos isolados de cultivos de *Pinus* e *Eucalyptus* de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 847-854, 2002.

TABOSA, J.N.; FRANÇA, J.G.E.; SANTOS, J.P.O.; MACIEL, G.A.; LIRA, M.A.; ARAÚJO, M.R.A.; GUERRA, N.B. Teste em linhas de sorgo no semi-árido de Pernambuco para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, p.1385-1390, 1993.

Recebido em: 12/08/2010

Aceito para publicação em: 14/09/2010