



Aplicação de calcário e fósforo em um latossolo vermelho amarelo sobre as características morfométricas e consumo de água da mamoneira

2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Doroteu Honório Guedes Filho¹, Vinícius Batista Campos², José Amilton Santos Júnior³, Hans Raj Gheyi⁴ Francisco Assis de Oliveira⁵

¹Universidade Federal de Campina Grande (doroteufilho@hotmail.com)

²Universidade Federal de Campina Grande (viniciuspmsa@hotmail.com)

³Universidade Federal de Campina Grande (eng.amiltonjr@hotmail.com)

⁴Universidade Federal de Campina Grande (hans@deag.ufcg.edu.br)

⁵Universidade Federal da Paraíba (oliveira@cca.ufpb.br)

Resumo

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do DSER/CCA/UFPB no município de Areia-PB, utilizando-se material de um Latossolo Vermelho Amarelo da região do Brejo paraibano com textura franco argilo arenosa, acidez elevada e baixo nível de fósforo disponível. Objetivou-se avaliar o efeito de calcário e fósforo, sobre os componentes de crescimento e consumo de água da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), cultivar BRS-Nordestina, usando-se o delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial: 3 x 4 + 2 [três dosagens de calcário (0,0; 2,5; 3,5 e 4,5 t ha⁻¹), quatro de fósforo (0,0; 80; 160; 240 e 320 kg ha⁻¹) e dois tratamentos testemunhas (0,0 t ha⁻¹ de CaCO₃ : 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 2,5 t ha⁻¹ de CaCO₃ : 0,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅)], com três repetições. Foram avaliados os resultados referentes à altura das plantas, área foliar, diâmetro de caule, produção de matéria seca da raiz e parte aérea e evapotranspiração da cultura sobre efeito da aplicação de calcário e fósforo. Os resultados revelaram efeito significativo dos tratamentos sobre as variáveis analisadas, exceto para altura das plantas, área foliar e diâmetro de caule. O consumo médio de água foi da ordem de 747 mm.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., adubação fosfatada, reação do solo, rendimento.

Área Temática: Biocombustíveis

Abstract

*This experiment was carried out in a greenhouse at DSER/CCA/UFPB in Areia county - PB, using material of a oxisoil from the region of Brejo paraibano, with texture sand and clay free, high acidity and low level of available phosphorus. Aiming to evaluate the phosphorus and lime effect, on the production of castor bean crop growing components (*Ricinus communis* L.), cv. BRS - nordestina. Was used the experimental design of randomized blocks in a factorial sketch: 3 x 4 + 2, three doses of lime (0.0; 2.5; 3.5 and 4.5 ha⁻¹), four of phosphorus (0.0; 80; 160; 240 and 320 kg ha⁻¹) and two witness treatments (0.0 t ha⁻¹ of CaCO₃: 240 kg ha⁻¹ of P₂O₅ and 2.5 t ha⁻¹ of CaCO₃: 0.0 kg ha⁻¹ of P₂O₅), with three replications. Were evaluated the results concerning to the plant height, leaf area, stem diameter, roots dry matter production and shoots and culture evapotranspiration on the effect of lime and phosphorus application. The results revealed significative effect of the treatments on the results of analyzed variables, except to the plant height, leaf area and stem diameter. The average water consumption was in the order of 747 mm.*

Key words: Ricinus communis L., phosphate fertilization, soil reaction, yield.

Theme Area: Biofuels



1. Introdução

Existe atualmente uma grande preocupação em buscar fontes de energia alternativas às não renováveis e poluentes ao meio ambiente, como o petróleo. Uma delas é a produção de biodiesel, combustível renovável obtido a partir de várias matérias primas, dentre elas os óleos vegetais. Com o advento de produção de biocombustíveis, surgiu a necessidade de selecionar culturas aptas à produção dos mesmos. Entre estas culturas destacas-se a mamona (*Ricinus communis* L.), já cultivada para outros fins principalmente na região nordeste do Brasil (Lima et al., 2009).

O Brasil é o terceiro produtor mundial de mamona com produção no ano de 2004 de 138.745 toneladas, ficando atrás da Índia e China. A região Nordeste responde com cerca de 91,3% da produção nacional, enquanto o Estado da Paraíba representa apenas 0,48% deste montante (IBGE, 2004).

As condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro, em especial da região Nordeste, oferecem excelentes qualidades para a exploração do cultivo da mamoneira. O Brasil, que no período 1980/1985, figurava como o segundo maior produtor mundial de mamona, com 26% da produção, perdeu essa condição no período de 1986/1991, quando teve sua produção reduzida para 2% (SANTOS et al., 2001). Para SAVY FILHO et al., (1999) esse insucesso foi atribuído pela incapacidade do agricultor brasileiro, de utilizar melhor nível tecnológico, expresso em termos de uso de insumos industriais, sementes melhoradas ou mesmo melhores sistemas de preparo do solo, plantio e colheita.

Os solos brasileiros, em geral, apresentam-se deficientes em nutrientes minerais, principalmente, em fósforo e nitrogênio, e com acidez elevada (VAN RAIJ, 1981). Estas características conduzem inevitavelmente a baixas produtividades das culturas comerciais e, desta forma, faz-se necessário manejar quimicamente o solo com o intuito de propiciar condições adequadas para o desenvolvimento das plantas. O fósforo que se solubiliza, entra na solução do solo, tornando-se assimilável pelas raízes. Quando a passagem do elemento à solução é mais lenta do que a necessária pelas culturas, não havendo interferência do homem por meio da adubação, ocorrerá à deficiência de fósforo, com prejuízos à produção (VAN RAIJ, 1991).

Portanto, a mamona pode ser uma boa opção para o programa da agricultura familiar contribuindo no processo de inclusão social dos pequenos agricultores, propiciando fonte de renda, gerando mão-de-obra e matéria prima para inúmeras aplicações industriais, tornando-se uma excelente alternativa para a região se fortalecer no programa do biodiesel brasileiro.

Com base nos argumentos acima referenciados, objetivo-se estudar num Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), da microrregião do Brejo paraibano, no Nordeste brasileiro, o efeito de doses crescentes de calcário e de fósforo sobre componentes de crescimento e consumo de água da cultura da mamona.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de maio a dezembro de 2006, em um abrigo protegido com tela e coberto com plástico transparente, pertencente ao Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), município de Areia, PB, no Brejo paraibano, com: latitude de 6° 34' 2" Sul e longitude de 35° 41' 0" Oeste de Greenwich e altitude de 575m.

Como substrato, foi utilizado o material de um Latossolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 1999), franco argilo arenoso, da fazenda Chã-de-Jardim, pertencente ao CCA/UFPB, coletado na profundidade de 0 – 20 cm do perfil do solo, conduzido ao



laboratório, submetido às análises físicas e químicas segundo metodologias descritas pela Embrapa (1997), tendo revelado, os seguintes resultados: 506, 52 e 442 g kg⁻¹ para areia, silte e argila, respectivamente; pH_(água) (4,20), cátions trocáveis [Ca²⁺ (0,15 cmol_c dm⁻³), Mg²⁺ (0,15 cmol_c dm⁻³), Al³⁺ (1,20 cmol_c dm⁻³), Na (0,01 cmol_c dm⁻³) e K (11,0 mg dm⁻³)], acidez potencial (H⁺ + Al³⁺) (7,34 cmol_c dm⁻³), fósforo disponível, Mehlich 1, P (1,40 mg dm⁻³) e matéria orgânica (22,20 g kg⁻¹)

Com base na necessidade de calagem do solo, estimada pelos métodos do alumínio trocável mais cálcio e magnésio (Novais, et al. 2007), no teor do fósforo disponível revelado na análise do solo e nas exigências da cultura, os tratamentos foram definidos por quatro níveis de calcário (0,0; 32,0; 45,0 e 58,0 g vaso⁻¹) correspondendo a (0,0; 2,5; 3,5 e 4,5 t ha⁻¹ de CaCO₃) e cinco doses de fósforo (0,0; 1,7; 3,3; 5,0 e 6,7 g vaso⁻¹ de P₂O₅) correspondendo a (0,0; 80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com tratamentos distribuídos em arranjo fatorial 4 x 5 (quatro doses de calcário x cinco níveis de fósforo), com três repetições.

Realizou-se uma adubação de manutenção com 5,0 g vaso⁻¹ de N (100kg ha⁻¹ de N) e 3,0 g vaso⁻¹ de potássio (90 kg ha⁻¹ de K₂O) de acordo com a análise do solo e as exigências da cultura. Usou-se, respectivamente, como fonte de fósforo, nitrogênio, potássio e CaCO₃: superfosfato triplo, nitrato de amônio, cloreto de potássio e calcário dolomítico com 26% de CaO e 14% de MgO, com 65% de poder relativo de neutralização total. A unidade experimental foi representada por um vaso plástico, com capacidade para 18 litros, com dispositivo para drenagem, contendo 15 kg do material do solo. Utilizou-se a Mamona (*Ricinus communis* L.), cultivar BRS Nordestina., como cultura teste para avaliar em três épocas distintas do ciclo da cultura, o efeito da calagem e da adubação fosfatada.

O solo permaneceu incubado à sombra com os tratamentos de calcário por um período de 90 dias, com irrigação semanal e revolvimento. Antes da semeadura, amostras do solo foram retiradas para determinação do pH. Fez-se a aplicação dos tratamentos de fósforo e, a adubação básica com nitrogênio e potássio. Em 30 de agosto de 2006 após submeter o substrato à capacidade de campo, realizou-se a semeadura e aos 20 dias após a emergência procedeu-se o desbaste, deixando-se três plantas por vaso. Aos 33, 53 e 81 dias do ciclo da cultura, isto é, dias após a emergência, foram coletadas a 1^a, 2^a e 3^a planta.

O controle das irrigações iniciou-se logo após a emergência das plântulas. A cada dois dias, foi feita a irrigação, procurando manter a umidade do solo próximo da capacidade de campo (Cc), e a cada oito dias efetuou-se a drenagem para se estimar a evapotranspiração da cultura (ETc) no período, estimada pela diferença entre a água aplicada e a drenada. Foram avaliadas as variáveis: altura de planta, a área foliar (ASHLEY et al., 1963), produção de matéria seca e ETc.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo o nível de significância determinado pelo teste “F” e à análise de regressão polinomial, escolhendo-se o maior grau de significância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando-se “Sistema para Análise Estatística” (SAEG, 2000).

3. Resultados e Discussão



Após a incubação do solo com calcário, durante um período de noventa dias, antes do semeio das sementes de mamona, o pH do solo revelou valores da reação do solo da ordem de 5,7, 5,8 e 6,1, respectivamente, para os tratamentos de 2,5, 3,5 e 4,5 t ha⁻¹ de calcário aplicado ao solo. Considerando-se a reação inicial do solo que era de pH = 4,2, observou-se que houve um acréscimo do pH com as doses de calcário aplicadas na ordem de 35,7%, 38,1% e 45,2%, respectivamente. A aplicação do calcário permitiu que a reação do solo elevasse o pH inicial para uma faixa (> 5,2) consideradas adequadas para o cultivo da grande maioria das culturas, sendo ideal para a mamoneira o pH entre 6,0 e 7,0 (EMBRAPA, 2008).

De acordo com a análise de variância (Tabela 2) é possível afirmar que houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) dos tratamentos sobre os resultados da matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e da evapotranspiração da cultura (ETc) e não se configurou efeito ($p > 0,05$) para altura de plantas (AP), área foliar (AF) e diâmetro caulinar (DC). O calcário isolado causou efeito sobre a MSR e a ETc, enquanto o fósforo afetou a MSPA e a MSR e houve interação do calcário versus fósforo, apenas para a ETc. Porém, houve efeito ($p \leq 0,01$) do fatorial em relação aos tratamentos das testemunhas para todas as variáveis analisadas. A análise de regressão polinomial identificou efeito linear do fósforo para as variáveis MSPA, MSR e ETc.

Tabela 1. Resumo das análises de variâncias referente à altura de planta (AP), área foliar (AF), diâmetro caulinar (DC), matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) e evapotranspiração (ETc) da mamoneira cv. nordestina, submetida a diferentes níveis de calcário e de fósforo aplicados ao solo.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		AP	AF	DC	MSPA	MSR	ETc
Bloco	2	40,7 ^{ns}	2321,3 ^{ns}	5,0 ^{ns}	3,9 ^{ns}	0,5 ^{ns}	493,3 ^{ns}
Tratamentos	13	44,4 ^{ns}	65789,4 ^{ns}	2,9 ^{ns}	29,3 ^{**}	18,7 ^{**}	3024,6 ^{**}
Calcário(C)	2	14,2 ^{ns}	16836,5 ^{ns}	5,2 ^{ns}	6,8 ^{ns}	24,2 ^{**}	2898,6 [*]
Fósforo(P)	3	20,1 ^{ns}	14514,3 ^{ns}	5,0 ^{ns}	23,1 ^{**}	36,2 ^{**}	1219,6 ^{ns}
C x P	6	22,0 ^{ns}	31179,2 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,5 ^{ns}	3,6 ^{ns}	2574,7 [*]
P	1	0,81 ^{ns}	2607,0 ^{ns}	7,1 ^{ns}	31,7 ^{**}	17,6 ^{**}	4515,3 ^{**}
P2	1	52,08 ^{ns}	5525,5 ^{ns}	4,6 ^{ns}	3,4 ^{ns}	0,4 ^{ns}	75,5 ^{ns}
0,0C:240P	1	6,7 ^{**}	35679,2 ^{**}	0,04 ^{**}	14,7 ^{**}	49,9 ^{**}	56,5 ^{**}
2,5C:0,0P	1	23,1 ^{**}	47395,9 ^{**}	1,2 ^{**}	15,3 ^{**}	55,8 ^{**}	1893,6 ^{**}
Resíduo	26	33,36	37169,65	1,88	3,17	2,75	777,80

ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste “F”.

A Figura 1, apresenta a correlação entre a área foliar da cultura da mamona determinada pelo método das pesagens (AFpeso) e área foliar estimada pelo método do comprimento versus maior largura da folha (AFCxL), onde se constata que os dados se ajustaram significativamente ($p \leq 0,01$) a uma função linear positiva, onde de acordo com o modelo obtido para se corrigir a área foliar da cultura determinada pelo método do comprimento versus maior largura da folha deve-se multiplicar o valor por um fator de



correção ($f = 0,628$), procedimento este que foi adotado no presente trabalho. Segundo Severino et al. (2005), medir a área foliar de plantas é uma importante ação que permite ao pesquisador obter indicativo de resposta de tratamentos aplicados e lidar com uma variável que se relaciona diretamente com a capacidade fotossintética e de interceptação da luz, interfere na cobertura do solo, na competição com outras plantas e em várias outras características.

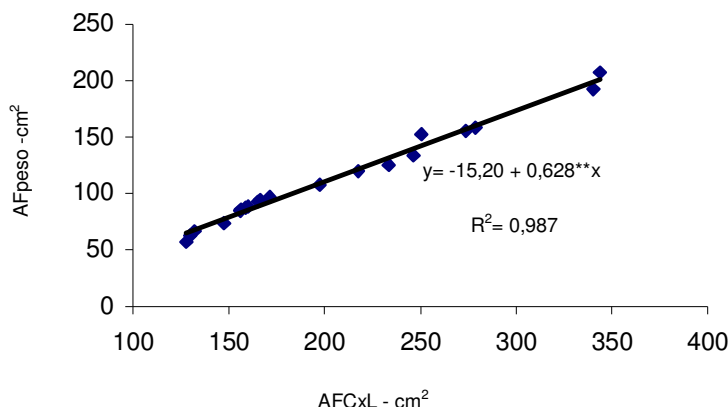


Figura 1. Correlação entre a área foliar da mamona determinada pelo método das pesagens (AFpeso) e área foliar estimada pelo método do comprimento versus maior largura da folha (AFC x L).

Comparando-se a testemunha de calcário ($0,0 \text{ t ha}^{-1}$ de CaCO_3) na presença de fósforo (240 kg ha^{-1} de P_2O_5), com o seu correspondente do fatorial, constatou-se que houve incremento na área foliar da ordem de 31% em prol do fatorial. Para a testemunha de fósforo (00 kg ha^{-1} de P_2O_5) na presença do calcário ($2,5 \text{ t ha}^{-1}$ de CaCO_3) comparada com $2,5 \text{ t ha}^{-1}$ de CaCO_3 do fatorial, houve acréscimo na área foliar em favor do fatorial de 17 % (Tabela 1).

Os resultados da produção de matéria seca da mamona submetidos a análise de regressão polinomial se ajustaram de forma significativa ($p \leq 0,01$) a uma função do segundo grau para a matéria seca da parte aérea e linear para a matéria seca das raízes em função dos tratamentos com fósforo. De acordo com os modelos obtidos, o maior valor de matéria seca ($24,0 \text{ g planta}^{-1}$) seria atingido, teoricamente, com a aplicação de 340 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Figura 2). Enquanto que para a produção de matéria seca das raízes, o modelo linear estimado permite afirmar que essa variável cresceu na ordem de $0,018 \text{ g kg}^{-1}$ de P_2O_5 aplicado ao solo. Os resultados da matéria seca da parte aérea são explicados em 99 % e os da matéria seca das raízes em, 96 % pela presença dos tratamentos de fósforo. Esses resultados estão de acordo com a literatura, pois o fósforo estimula o crescimento radicular (MALAVOLTA, 2006).

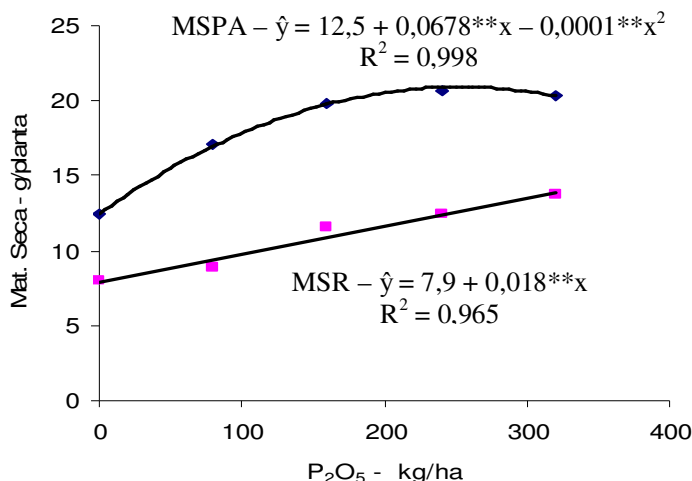


Figura 2. Resultados médios da produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) da mamoneira cv. nordestina em função dos níveis de P₂O₅ aplicados ao solo.

De acordo com os resultados, fazendo-se uma comparação entre o tratamento (240 kg/ha de P₂O₅) na ausência do calcário, com seu correspondente do fatorial, constata-se que 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅ do fatorial promoveu incremento no consumo de água pela cultura da ordem de 27%. Porém, houve efeito linear do fósforo dentro da dose de 2,5 t./ha de calcário (Tabela 1).

A análise de regressão polinomial registrou efeito significativo ($p \leq 0,01$) dos tratamentos de fósforo na presença de 2,5 t/ha de calcário sobre os resultados da evapotranspiração da cultura (ETc) para a função do segundo grau. De acordo com o modelo obtido o máximo consumo de água (793 mm) pelas plantas, teoricamente, seria obtido com aplicação ao solo de 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 3). De acordo com o coeficiente de determinação obtido, os resultados do consumo de água pelas plantas são explicados em 94% pela presença dos tratamentos de fósforo.

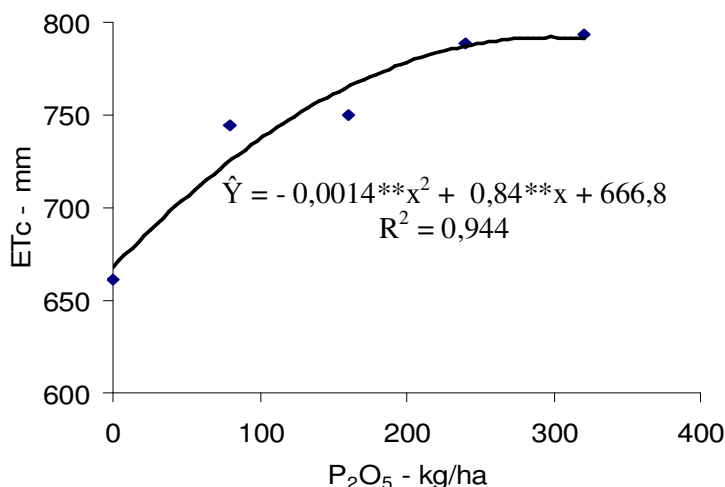


Figura 3. Resultados médios da evapotranspiração (ETc) da mamoneira cv. nordestina em função dos níveis de P₂O₅ aplicados ao solo.



5. Conclusões

Considerando-se as condições em que o trabalho foi desenvolvido e com base nas análises, interpretação e discussão dos resultados é possível concluir que:

Os tratamentos com calcário elevaram o pH para uma faixa de maior disponibilidade de nutrientes para cultura;

Os máximos valores para produção de matéria seca e evapotranspiração da cultura, foram obtidos, teoricamente, com aplicação de 340 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente;

O consumo médio de água pela cultura foi da ordem de 747 mm. Porém, o consumo máximo de água (793 mm) pelas plantas seria obtido, teoricamente, com a aplicação ao solo de 300 kg/ha de P₂O₅.

Referências

ASHLEY, D.A.; DOS, B.D.; VENNETT, O.L. A method of determining leaf area in cotton. **Agronomy Journal**, Madison, v.25, p.484-585, 1963.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Mamona. Campina Grande, EMBRAPA – Algodão, 2006. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br>. Acesso em : 03 de dez. 2008.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1999. 282p.

IBGE. Levantamento sistemático de produção agrícola. Disponível em: <http://www.ibge.org.br>. Acesso em 15 jan. 2004.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; ALBUQUERQUE, R.C.; FERREIRA, G.B.; SAMPAIO, L.R.; BELTRÃO, N.E.M. Capacidade da cinza de madeira e do esterco bovino para neutralizar o alumínio trocável e promover o crescimento da mamoneira, **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.13, n.1, p.9-17, 2009.

MALAVOLTA, E. 2006. **Manual de nutrição de plantas**. Agronômica Ceres, São Paulo. 638 p.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas**. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2000. Versão 8.0.

SANTOS, R. F. dos; BARROS, M. A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. de T.; REQUIÃO, L. E. G.. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2001. cap. 1, p. 17-35.

SAVY FILHO, A. Mamona. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p.201. (Instituto Agrônomo, Boletim Técnico, 100).

SAVY FILHO, A. **Mamona**; Tecnologia Agrícola. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.



SEVERINO, L.S.; CARDOSO, G.D.; Vale, L.S. do.; SANTOS, J.W. dos. **Método para Determinação da Área Foliar da Mamoneira**. Campina Grande, 2005. 20p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55).

VAN RAIJ, B. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: POTAFOS, 1981. 142p.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. p.343.