



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

CRESCIMENTO DA MAMONEIRA CULTIVAR BRS-149 NORDESTINA ADUBADA COM NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO¹

Diva Lima de Araujo²; Lúcia Helena Garófalo Chaves³; Evandro Franklin de Mesquita⁴;
Clébia Pereira de França⁵

RESUMO

Um experimento foi conduzido em estufa, na UFCG, com plantas de mamona (*Ricinus communis* L.), cv BRS Nordestina, para avaliar os efeitos do nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento das mesmas. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com três repetições e quinze tratamentos, em distribuição de matriz baconiana, com as doses de referência: 40:90:60 kg ha⁻¹ de N:P₂O₅:K₂O. Dados sobre a altura da planta, diâmetro caulinar, número e comprimento das folhas foram medidos aos 20, 40, 60, 80, 100, 120 e 140 dias após o plantio (DAP). A adubação desbalanceada afetou o desenvolvimento da mamoneira, tendo, as melhores respostas das plantas, sido observadas com as doses de 200 kg ha⁻¹ de N; 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 150 kg ha⁻¹ de K₂O.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., nutrição mineral, adubação

GROWTH OF CASTOR BEAN BRS-149 NORDESTINA FERTILIZED WITH NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM

ABSTRACT

A trial was carried out in a greenhouse located at the Federal University of Campina Grande, in Campina Grande, Paraíba State, Brazil, with castor bean plants (*Ricinus communis* L.), cv BRS Nordestina, in order to evaluate the effects of nitrogen, phosphorus and potassium on the growth. A completely randomized design with three replications and 15 treatments originated from a baconian matrix was adopted. Reference doses were 40:90:60 kg ha⁻¹ of N:P₂O₅:K₂O, respectively. Plant height, stem diameter, number and length of leaves were measured at 20, 40, 60, 80, 100, 120 and 140 days after planting (DAP). The unbalanced fertilization affected the development and seed production of castor bean, and the best response of the plants was observed at levels of 200 kg ha⁻¹ de N; 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ and 150 kg ha⁻¹ de K₂O.

Key-words: *Ricinus communis* L., mineral nutrition, fertilization

Trabalho recebido em 08/11/2009 e aceito para publicação em 14/12/2009.

¹ Parte da dissertação de mestrado a ser apresentada ao curso de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola – UFCG, pelo primeiro autor.

² Mestranda em Engenharia Agrícola / UFCG, Campina Grande-PB. e-mail: dyva-araujo@hotmail.com;

³ Professora Dra.Titular da Universidade Federal de Campina Grande. Departamento de Engenharia Agrícola. Campina Grande-PB. e-mail: lhgarofalo@hotmail.com;

⁴ Professor do Departamento de Agrárias e Letras, Campus IV, Universidade Estadual da Paraíba. Doutorando em Engenharia Agrícola / UFCG, Campina Grande-PB. e-mail: elmesquita4@yahoo.com.br;

⁵ Mestranda em Engenharia Agrícola / UFCG, Campina Grande-PB. e-mail: clebia_franca@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira é uma espécie vegetal oleaginosa, cientificamente conhecida como *Ricinus communis* L, pertencente à família das *Euphorbiaceae* (AZEVEDO et al., 1997). O óleo extraído de suas sementes consiste no seu principal produto em importância econômica sendo utilizado em vários setores industriais, configurando-se, devido sua estrutura química peculiar, como fonte alternativa de combustível através do biodiesel (LANGE et al., 2005).

O fato da mamoneira ser uma espécie exigente em nutrientes faz com que ela seja sensível à deficiência nutricional em qualquer fase de seu crescimento. Para que isto não ocorra é necessário que os nutrientes estejam presentes nos solos em quantidades adequadas e nas formas disponíveis para a cultura (HEMERLY, 1981). No entanto, o baixo nível tecnológico empregado por grande parte dos agricultores no cultivo da mamoneira, com pouco ou nenhum uso de fertilizantes (AZEVEDO & LIMA, 2001; SOUZA et al., 2007), tem resultado em produtividades médias abaixo do que seria obtido se a cultura fosse adequadamente manejada.

Beltrão et al. (2006), tem recomendado para a cultura da mamona 40 kg ha⁻¹ de N, entretanto, na perspectiva

de aumentar a produtividade, os agricultores têm utilizado doses muito superiores a esta, sem contudo aumentar as doses de P e de K, para que a cultura receba uma adubação balanceada. De acordo com a Lei do Mínimo, o aumento indiscriminado da aplicação de um só tipo de nutriente no solo, pode causar um desequilíbrio nutricional para as plantas, impedindo o desenvolvimento e aumento de sua produção.

O nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são elementos essenciais para o crescimento e produção da mamoneira. Segundo Savy Filho (2005), o N e o K são absorvidos em maiores quantidades pela cultura, vindo em seguida o cálcio, magnésio e o P. Santos et al. (2004), mostraram que a mamoneira tem forte demanda por N e quando cultivada sob deficiência, ocorre forte redução em seu crescimento e na produção foliar. O fósforo, além de promover a formação e o crescimento prematuro de raízes, melhorar a eficiência no uso de água pelas plantas (LOPES, 1989), aumenta o teor de óleo nas sementes (SEVERINO et al., 2006). Segundo Pacheco et al. (2008), a produtividade da mamoneira é mais influenciada pela adubação fosfatada, havendo pouco efeito do N, o que discorda dos resultados encontrados por Severino et al. (2006), que constataram maior resposta

à adubação nitrogenada, seguida pela fosfatada e potássica. Níveis insatisfatórios de P e K retardam o crescimento inicial da mamoneira e provocam redução considerável na produtividade (FERREIRA et al., 2004). Almeida Júnior et al. (2009), avaliando a resposta da cultivar BRS 149-Nordestina a diferentes doses de fósforo, concluíram que a mamoneira responde à adubação fosfatada, apresentado aumentos nos parâmetros de crescimento avaliados. O potássio é importante na produtividade da mamoneira, pois ativa mais de 60 enzimas, mantém a turgescência da folha, sendo essencial no transporte interno de açúcares e no equilíbrio eletroquímico da planta. Sob deficiência de potássio, ocorre redução na atividade fotossintética das folhas havendo redução no crescimento dos frutos e aumento no crescimento radicular (PEUKE et al., 2002).

Atualmente, a cultura da mamona está sendo estudada sob vários aspectos, (GUIMARÃES et al., 2008; PACHECO et al., 2008; SEVERINO et al., 2008; COSTA et al., 2009), entretanto, devido a carência de informações sobre recomendações adequadas de adubação, faz-se necessária a busca pelas mesmas, mesmo porque, como já foi citado anteriormente, a mamoneira é exigente em nutrientes (SEVERINO et al., 2006).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desenvolvimento da cultivar BRS 149 Nordeste, em relação às doses crescentes de N, P e K.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob condições de ambiente protegido em uma estufa pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, no período de fevereiro a junho de 2008.

Como substrato, utilizou-se material de um solo franco-arenoso (Neossolo Regolítico Eutrófico típico), coletado na camada superficial do mesmo, tendo como características: pH (H₂O) = 6,4 ; Ca = 2,41 cmol_c kg⁻¹; Mg = 2,37 cmol_c kg⁻¹; Na = 0,04 cmol_c kg⁻¹; K = 0,02 cmol_c kg⁻¹; H = 0,95 cmol_c kg⁻¹; Al = 0,20 cmol_c kg⁻¹; matéria orgânica = 6,5 g kg⁻¹; P = 21,7 mg kg⁻¹; areia = 770,5 g kg⁻¹; silte = 84,6 g kg⁻¹; argila = 144,9 g kg⁻¹. Após secado ao ar, o solo foi destorroado e passado em peneira com 6 mm de abertura. Em seguida vasos plásticos com 100 L de capacidade, perfurados na base para permitir drenagem, foram preenchidos com 80 kg deste material. Esta quantidade de solo utilizada teve como base trabalhos anteriormente conduzidos em ambientes protegidos (BARROS JUNIOR et al., 2008; SILVA et al., 2008).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições e 15 tratamentos, distribuídos em matriz baconiana (Tabela 1), na qual um dos nutrientes é fornecido em quantidades variáveis, enquanto os

outros são mantidos em um nível referencial de 40, 90 e 60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, perfazendo o total de quarenta e cinco unidades experimentais.

Tabela 1. Distribuição das doses de N, P₂O₅ e K₂O em matriz baconiana

Tratamento	N, kg ha ⁻¹	P ₂ O ₅ , kg ha ⁻¹	K ₂ O, kg ha ⁻¹
1	40	90	60
2	80	90	60
3	120	90	60
4	160	90	60
5	200	90	60
6	40	30	60
7	40	60	60
8	40	90	60
9	40	120	60
10	40	150	60
11	40	90	30
12	40	90	60
13	40	90	90
14	40	90	120
15	40	90	150

As fontes dos elementos N, P e K utilizadas corresponderam aos adubos uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Todo o P₂O₅ e 30 % das doses recomendadas de K₂O para cada unidade experimental foram aplicados em fundação; o restante das doses de K₂O e o N foram parcelados em cinco vezes aplicados com um intervalo de quinze dias, após a semeadura (DAS).

Cada vaso recebeu cinco sementes de mamona cultivar BRS 188 – Nordeste, tendo permanecido, após o desbaste, uma planta por vaso. Durante todo o período experimental (140 dias), o solo foi mantido com umidade próxima da capacidade de campo, tendo sido monitorada diariamente, utilizando-se sonda de Diviner 2000, através de um tubo de acesso instalado em cada unidade experimental.

Aos 20, 40, 60, 80 100, 120 e 140 DAS foram avaliados os parâmetros biológicos indicativos do desenvolvimento das plantas como altura da planta e diâmetro caulinar. A avaliação do número e comprimento de folhas teve início aos 40 DAS. O cálculo da área foliar (AF) foi feito de acordo com o método de Wendt (1967), utilizando a fórmula $\log(Y) = \Sigma\{-0,346 + [2,152 \times \log(X)]\}$, sendo Y a área foliar em cm^2 e X o comprimento da nervura central da folha em cm.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e análise de regressão conforme Ferreira (1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas submetidas às doses crescentes de N, P e K apresentaram o mesmo comportamento em relação à altura das plantas ao longo do ciclo da cultura, ou seja, apresentaram maiores taxas de crescimento até os 80 DAS, como pode ser observado pela inclinação das curvas (Figura 1); a partir deste período o crescimento ocorreu de forma mais lenta, praticamente estabilizando após os 100 DAS, corroborando com Ribeiro (2008), trabalhando nas mesmas condições desta pesquisa, porém, utilizando a cultivar BRS Paraguaçu. Vale salientar que a época em que se inicia a diminuição da taxa de crescimento em altura é a mesma em que começam aparecer as primeiras

inflorescências. A paralisação no crescimento vegetativo, em função da aceleração do crescimento produtivo, ocorre pelo direcionamento dos fotoassimilados produzidos, para os órgãos produtivos; os frutos em formação atuam como drenos de fotoassimilados (TAIZ; ZEIGER, 2004).

No final do ciclo da cultura, as alturas das plantas submetidas às doses crescentes de N, P e K variaram de 67,0 (40 kg N ha^{-1}) a 72,3 cm (200 kg N ha^{-1}); de 61,0 (30 kg P_2O_5 ha^{-1}) a 70,0 cm (150 kg P_2O_5 ha^{-1}) e de 67,3 (30 kg K_2O ha^{-1}) a 70,3 cm (150 kg K_2O ha^{-1}), respectivamente. Estes valores estão aquém daquele encontrado por Barros Junior (2008) de 106 cm, em média, que manteve, ao longo do seu experimento, um suprimento de água para as plantas igual a 100 % da água disponível e de fertilizantes equivalentes a 619 kg N ha^{-1} , 376 kg P_2O_5 ha^{-1} e 168 kg K_2O ha^{-1} . Também são inferiores aos encontrados por Severino et al. (2006), apesar destes autores terem utilizado doses de N, P e K inferiores as do presente trabalho; no entanto, conduziram seus experimentos em condições de campo, o que deve ter sido a causa da diferença encontrada entre os resultados. Silva et al. (2007), avaliando doses crescentes de N em mamoneira, híbrido Sara, também observaram aos 100 DAS, alturas maiores de plantas.

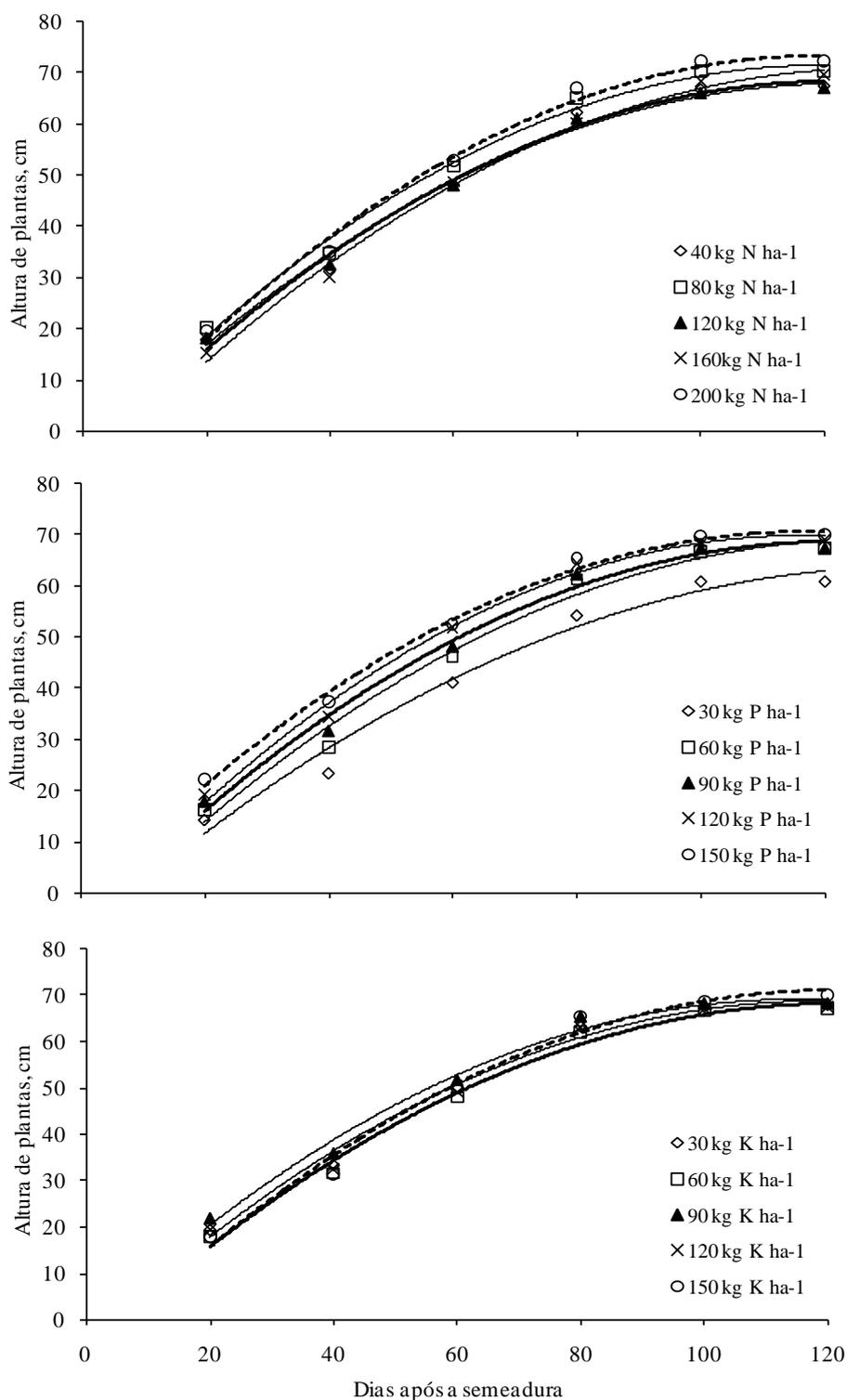


Figura 1. Altura de plantas submetidas aos diferentes tratamentos com N, P₂O₅ e K₂O, em função do tempo. Curvas mais espessas correspondem ao tratamento básico 40:90:60 kg ha⁻¹ de N:P₂O₅:K₂O. Curvas pontilhadas correspondem à dose mais elevada de cada nutriente estudado.

Considerando a altura das plantas aos 120 DAS, observou-se um aumento de 7,43 % em função do aumento das doses de N de 40 para 200 kg ha⁻¹; 14,75 % em função do aumento das doses de P de 30 para 150 kg ha⁻¹ e 3,43 % em função do aumento das doses de K de 60 para 150 kg ha⁻¹, uma vez que estas doses foram as responsáveis, nesta época, pela menor e maior altura das plantas, respectivamente.

Conforme o resumo da análise de variância (Tabela 2), os tratamentos com N não apresentaram efeito significativo sobre

a altura das plantas corroborando com o observado por outros autores (SEVERINO et al., 2004, 2006; FERREIRA et al., 2006). Entretanto, Albuquerque et al. (2006), encontraram efeito significativo de doses crescentes de N (30; 60; 120; 240 e 480 kg ha⁻¹) sobre a altura de plantas, dos 28 aos 56 dias após a emergência das sementes da cultivar BRS 149 Nordeste. De acordo com esses autores, a altura máxima estimada, 45,1 cm, foi alcançada aos 56,7 dias com o uso de 291,2 kg N ha⁻¹.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de planta, diâmetro caulinar e área foliar, aos 20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após semeadura (DAS) da cultivar BRS 149 – Nordeste, submetida aos tratamentos com nitrogênio, fósforo e potássio.

Tratamento	Dias após semeadura					
	20	40	60	80	100	120
Altura da Planta						
N	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P	ns	*	ns	ns	*	*
K	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Diâmetro de caule						
N	ns	ns	ns	*	*	*
P	ns	ns	ns	**	ns	ns
K	**	ns	ns	ns	ns	ns
Área foliar						
N	-	ns	*	ns	**	*
P	-	ns	ns	ns	*	ns
K	-	ns	ns	ns	ns	ns

*, ** significativo a 0,05 e a 0,01 de probabilidade, ns- não significativo

O efeito do fósforo sobre o crescimento das plantas foi significativo aos 40, 100 e 120 DAS, ao nível de 5 % de probabilidade (Tabela 2), corroborando com Severino et al. (2004), testando doses crescentes de N (0; 25; 50; 100 kg ha⁻¹), P (0; 30; 60; 120 kg ha⁻¹), e K (0; 20; 40; 80 kg ha⁻¹), na cultivar BRS Paraguaçu, no município de Assu, RN, e Almeida Junior et al. (2009), que também encontraram

efeito significativo da adubação fosfatada aos 65 DAS da mamoneira BRS-149 Nordestina. Através da análise de regressão, os dados referentes às avaliações de altura de plantas feitas aos 40 e 120 DAS, apresentaram tendência linear com coeficientes de determinação (R²), iguais a 0,98 e 0,79, respectivamente (Figura 2).

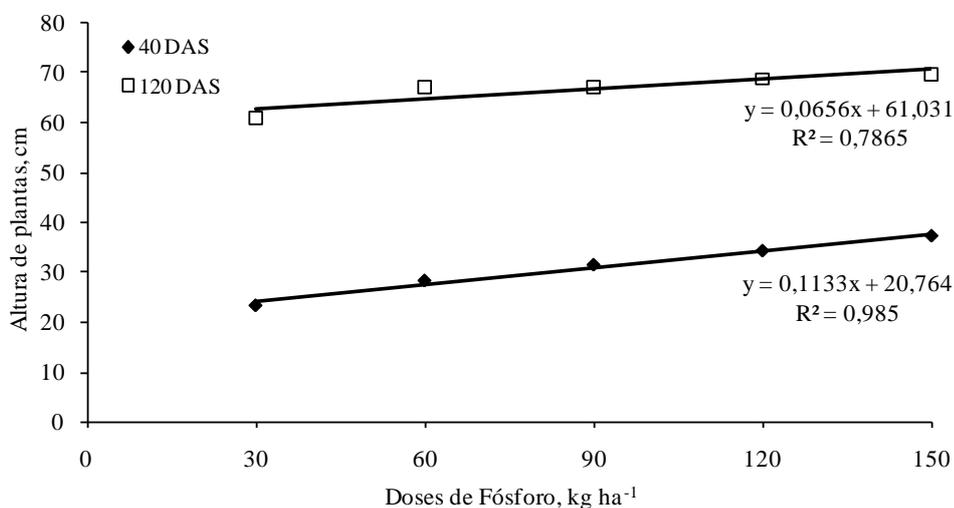


Figura 2. Altura de plantas em função das doses crescentes de P, aos 40 e 120 DAS

Em relação ao potássio, não foi observado efeito significativo das doses utilizadas sobre a altura de plantas (Tabela 2) corroborando com Severino et al. (2006) que avaliaram o efeito de doses crescentes de K (0; 20; 40 e 80 kg ha⁻¹) na altura de plantas da cultivar BRS 149 Nordestina, aos 170 DAP, no município de Quixeramobim, CE. Ribeiro (2008), utilizando doses de K iguais as do presente trabalho, também não encontrou efeito

significativo das mesmas sobre a altura de plantas da cultivar BRS Paraguaçu .

A evolução do diâmetro caulinar da mamoneira, submetida aos diferentes tratamentos, ao longo do período experimental, pode ser vista na Figura 3, sendo as curvas mais espessas, correspondentes à adubação de referência 40:90:60 kg ha⁻¹ de N: P₂O₅ e K₂O, respectivamente, e as curvas com linhas pontilhadas correspondem ao

comportamento das plantas submetidas às maiores doses de cada nutriente. Assim como ocorreu com a altura das plantas, as maiores taxas de crescimento ocorreram até os 80 DAS, estabilizando a partir deste período.

As plantas da mamoneira adubadas com doses crescentes de N apresentaram, aos 120 DAS, diâmetro caulinar variando de 24,03 (40 kg ha⁻¹) a 26,97 mm (160 kg ha⁻¹), tendo ocorrido diferença significativa a 5% de probabilidade, entre os tratamentos a partir dos 80 DAS (Tabela 2). O aumento proporcionado entre as doses acima citadas foi de 12,23%. As plantas adubadas com doses crescentes de P e K apresentaram valores menores de diâmetro caulinar, variando de 24,00 a 25,03 mm (4,29% de aumento) e de 24,03 a 24,90 mm (3,62% de aumento), respectivamente, tendo ocorrido diferença significativa aos 80 e 20 DAS para os tratamentos com P e K, respectivamente (Tabela 2). Almeida Junior et al. (2009) e Severino et al. (2004), também encontraram respostas significativas do diâmetro caulinar de mamoneira às doses de P e K, respectivamente.

Observou-se em geral, que os valores médios de diâmetro caulinar aos 120 DAS, variaram de 24 a 27 mm, independentemente dos tratamentos, corroborando com Ribeiro (2008). Plantas

de mamona cultivares BRS Paraguaçu e BRS Energia, irrigadas com água com 0,7 dS m⁻¹ de condutividade elétrica, também apresentaram diâmetro caulinar em torno de 26 mm entre 80 a 100 DAS (SILVA et al., 2008). Entretanto, estes valores médios foram inferiores aos encontrados por Almeida et al. (2007), em BRS Paraguaçu, e aos encontrados por Severino et al. (2006), em BRS Nordestina, e superiores aos encontrados por Silva et al. (2007) para o híbrido Sara e por Oliveira et al. (2009), para a cultivar BRS Nordestina. Trabalhando com esta última cultivar, Albuquerque et al. (2006), encontraram diâmetro caulinar máximo de 22,1 mm quando as plantas foram adubadas com 465,9 kg ha⁻¹ de N aos 51,7 dias da emergência.

De acordo com a análise de regressão, os dados de diâmetro caulinar aos 80, 100 e 120 DAS, em função dos tratamentos com N apresentaram tendência linear com coeficientes de determinação (R²) iguais a 0,77; 0,71 e 0,74, respectivamente; os dados em função dos tratamentos com P, aos 80 DAS, tiveram um comportamento quadrático, com coeficiente de determinação (R²) igual a 0,76 (Figura 4).

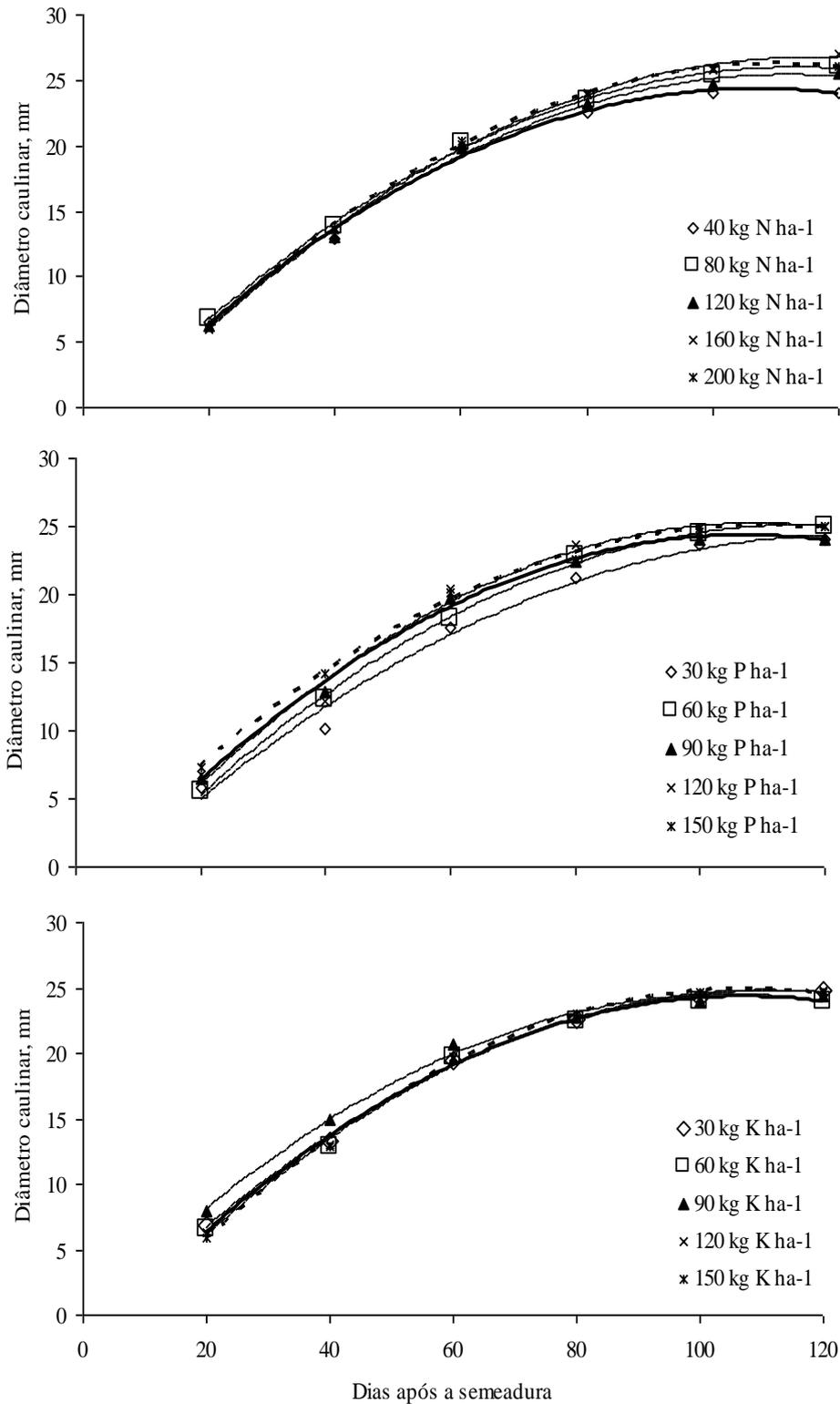


Figura 3. Diâmetro caulinar das plantas submetidas aos diferentes tratamentos com N, P₂O₅ e K₂O, em função do tempo. Curvas mais espessas correspondem ao tratamento básico 40:90:60 kg ha⁻¹ de N:P₂O₅:K₂O. Curvas pontilhadas correspondem à dose mais elevada do tratamento em questão.

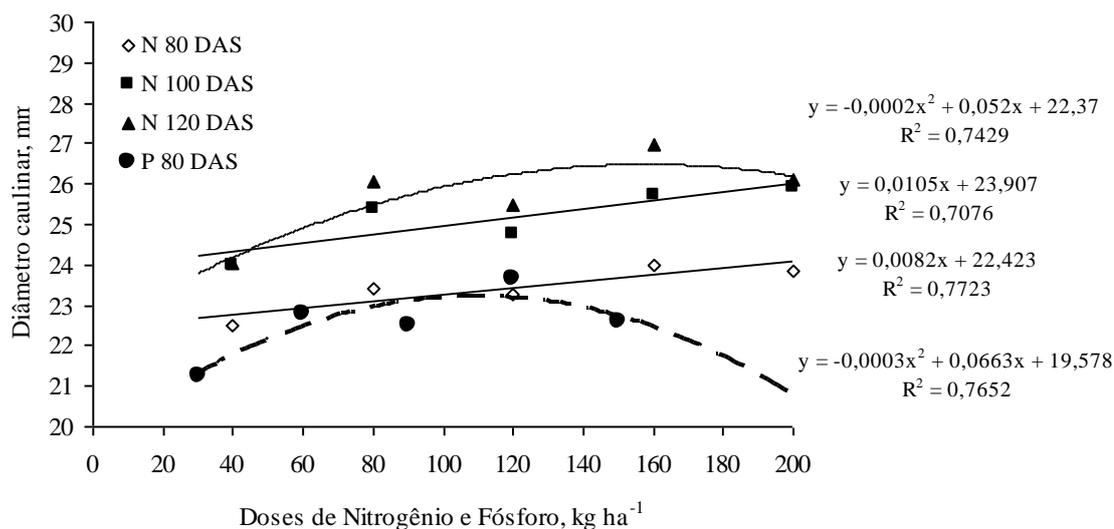


Figura 4. Diâmetro caulinar em função das doses crescentes de N, aos 80, 100 e 120 DAS e de P aos 80 DAS.

A área foliar, juntamente com o número de folhas por planta, define o aparelho assimilatório das plantas, o qual está diretamente relacionado com os processos fisiológicos das mesmas (GUIMARÃES et al., 2008). A sua medição é uma ação importante para a pesquisa, por tratar-se da característica que melhor expressa à adequação, ou não, das condições ambientais ao desenvolvimento da planta.

Ao contrário do que foi observado para altura de plantas e diâmetro caulinar, os valores da área foliar, após os 80 DAS, diminuíram (Figura 5). Esse declínio provavelmente ocorreu devido à senescência das folhas aliado ao fato dos assimilados pelas plantas, nesta época, estarem sendo translocados para

satisfazerem as necessidades da frutificação, ocasionando redução em sua área foliar (TAIZ; ZEIGER, 2004). Barros Junior (2008), avaliando o efeito do conteúdo de água do solo sobre o desenvolvimento da mamoneira, também observou uma perda progressiva de área foliar já a partir dos 60 DAS, entretanto, isto ocorreu para os tratamentos mantidos a 40% de água disponível no solo, evidenciando, neste caso, o efeito do estresse hídrico. Rodrigues et al. (2006) e Ribeiro (2008), pesquisando a cultivar BRS Paraguaçu, observaram a perda progressiva da área foliar a partir dos 90 e 60 DAS, respectivamente.

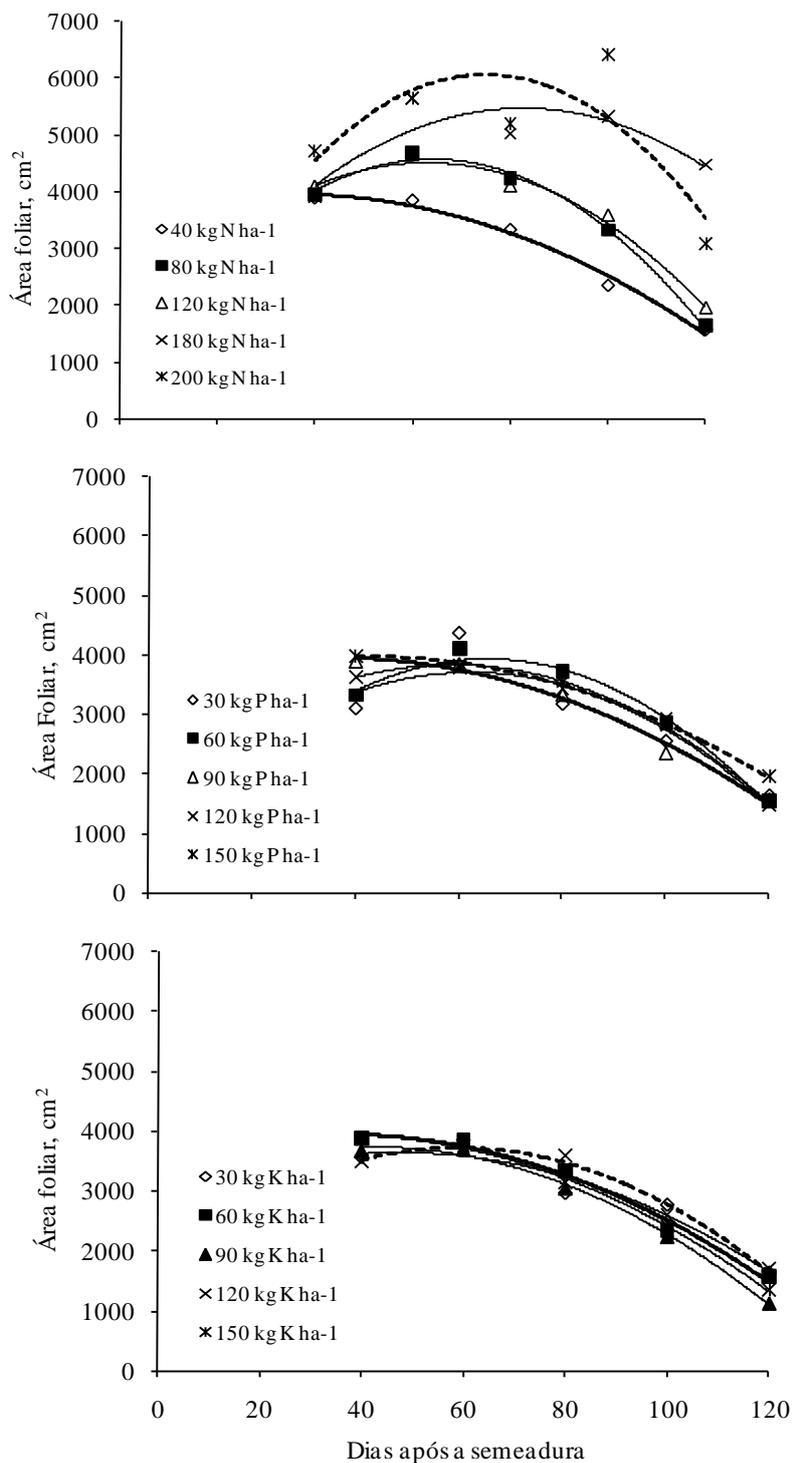


Figura 5. Área foliar das plantas submetidas aos diferentes tratamentos com N, P₂O₅ e K₂O, em função do tempo. Curvas mais espessas correspondem ao tratamento básico 40:90:60 kg ha⁻¹ de N:P₂O₅:K₂O. Curvas pontilhadas correspondem à dose mais elevada do tratamento em questão.

Aos 80 DAS os valores de área foliar das plantas submetidas às doses crescentes de N, P e K variaram de 3846,80 (40 kg ha⁻¹

¹) a 5673,81 cm² (160 kg ha⁻¹) (47,49 % de aumento); 3804,45 (120 kg ha⁻¹) a 4361,11 cm² (30 kg ha⁻¹) (14,63 % de aumento) e

de 3711,59 (90 kg ha⁻¹) a 3846,80 cm² (60 kg ha⁻¹) (3,64 % de aumento), respectivamente. Estes valores são superiores aos encontrados por Ribeiro (2008) que avaliou o comportamento da cultivar BRS-Paraguaçu quando submetida aos tratamentos com N, P e K iguais aos do presente trabalho. Entretanto, de acordo com Rodrigues et al. (2006), plantas bem nutridas, aos 90 DAS, apresentaram área foliar em torno de 14.647 cm², valor este superior aos observados no presente trabalho.

O conhecimento do efeito dos tratamentos sobre a área foliar é de grande importância, uma vez que existe uma estreita relação entre a área foliar e a atividade fotossintética, e conseqüentemente, maior desenvolvimento das plantas (Oliveira et al., 2009).

No decorrer do período experimental, os tratamentos com N apresentaram efeito significativo sobre a área foliar aos 60, 100 e 120 DAS e os tratamentos com P somente aos 100 DAS

(Tabela 2), tendo esta variado de forma linear (Figura 6). Os tratamentos com potássio não tiveram efeito significativo sobre a área foliar (Tabela 2), corroborando com Ribeiro (2008). Almeida Junior et al. (2009), avaliando doses crescentes de fósforo sobre a área foliar da cultivar BRS Nordeste, encontraram efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade, aos 65 DAS, no entanto, verificaram uma resposta quadrática às doses crescentes de P, ressaltando a importância da nutrição no estágio inicial da cultura. Segundo Marschner (2002), a deficiência de P proporciona uma redução na área foliar através da limitação do número de folhas, da ramificação da parte aérea, da redução da taxa de assimilação de carbono e da senescência prematura das folhas, limitando assim a futura produção de sementes.

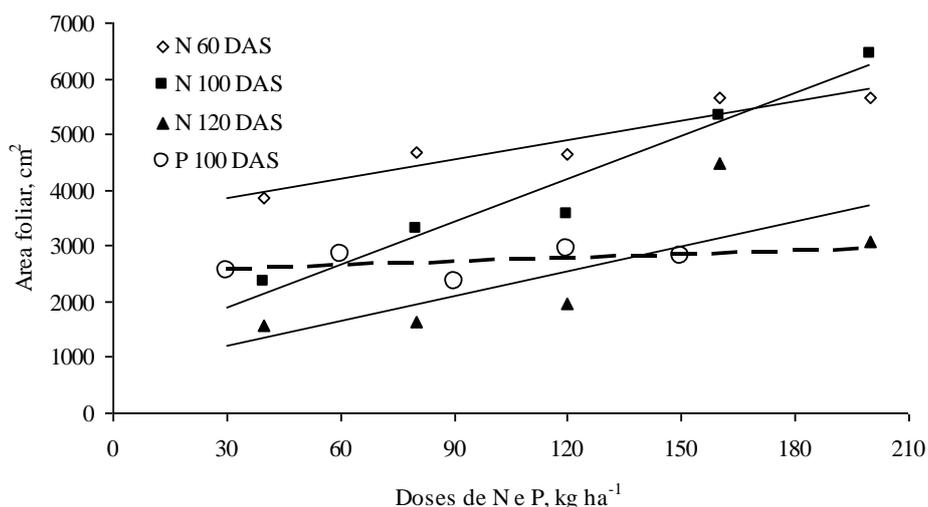


Figura 6. Área foliar em função das doses crescentes de N aos 60, 100 e 120 DAS, e de P aos 100 DAS.

Os resultados aqui apresentados quando comparados com a literatura consultada, indicam que a cultivar BRS 149 Nordestina, não apresentou desenvolvimento compatível com o seu potencial. Provavelmente, isto seja o reflexo da falta de uma adubação balanceada, uma vez que o aumento das doses de N, P e K, em cada um dos tratamentos, não foi acompanhada do aumento de P e K, de N e K e de N e P, respectivamente. Em geral, a falta destes elementos e/ou a deficiência dos mesmos para as plantas cultivadas com doses crescentes de N, de P e de K, respectivamente, reduzem o crescimento das mesmas, provavelmente, por reduzir a absorção de nutrientes, a atividade fotossintética e a translocação de carboidratos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

4. CONCLUSÕES

A adubação desbalanceada afetou o desenvolvimento da mamoneira.

A aplicação de doses crescentes de nitrogênio foi a que promoveu melhor benefício no desenvolvimento do diâmetro caulinar e área foliar da mamoneira; doses crescentes de fósforo promoveram melhor benefício no desenvolvimento da altura de plantas.

As melhores respostas da mamoneira foram correspondentes às doses de 200 kg ha⁻¹ de N; 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 150 kg ha⁻¹ de K₂O, as quais deveriam ser utilizadas em futuros trabalhos para se avaliar o efeito das mesmas quando aplicadas de forma conjunta.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio concedido para a execução deste projeto de pesquisa e a CAPES pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor.

6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, R. C.; SAMPAIO, L. R.; BELTRÃO, N. E. DE M.; LIMA, R. L. S. Influência de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento e desenvolvimento da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracaju. Cenário atual e Perspectivas. Anais... Aracaju: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006. CD.

ALMEIDA, A. P.; GUERRA, H. O. C.; BARROS JUNIOR, G.; CAVALCANTI, M. L. F.; LACERDA, R. D. Desenvolvimento e produção da variedade de mamona BRS-188 sob diferentes níveis e fontes de macronutrientes. Revista Pesquisa, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 27-35, 2007.

ALMEIDA JUNIOR, A. B.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; LINHARES, P. C. F. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da

mamoneira. Caatinga, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 217-221, 2009.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. M.; SOARES, J. J.; VIEIRA, R. M.; MOREIRA, J. A. M. Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no nordeste do Brasil. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1997. 52p. (EMBRAPA-CNPA, Circular Técnica, 25).

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 350p.

BARROS JÚNIOR, G.; GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F.; LACERDA, R. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 350-355, 2008.

BELTRÃO, N. E. M.; CARTAXO, W. V.; PEREIRA, S. R. P.; SOARES, J. J.; SILVA, O. R. R. F. O Cultivo sustentável da mamona no semi-árido brasileiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 62p. (Embrapa Algodão. Cartilha 1).

COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, V. L. A.; JUNIOR, E. S. N.;

- GUIMARÃES, M. M. B.; DAMACENO, F. A. V. Efeito do lixo orgânico e torta de mamona nas características de crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 259-268, 2009.
- FERREIRA, G. B.; SANTOS, A. C. M.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de fósforo e potássio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD.
- FERREIRA, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 2 ed. Maceió: Edufal, 1996. 606 p.
- GUIMARAES, M. M. B.; BELTRÃO, N. E. M.; COSTA, F. X.; SANTOS, J. S.; LUCENA, A. M. A. Fontes de fertilizantes nitrogenados e seus efeitos no crescimento da mamoneira. Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 3, p. 203-219, 2008.
- HEMERLY, F. X. Mamona: Comportamento e tendências no Brasil. Brasília: Embrapa-Departamento de Informação e Documentação, 1981. 69p.
- LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C.; SORREANO, M. C. M.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 40, p. 61-67. 2005.
- LOPES, A. S. Manual de fertilidade do solo. Piracicaba: Anda/Potafos, 1989. 155p.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 2002. 889p.
- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; MEDEIROS, J. F.; ALMEIDA JUNIOR, A. B.; LINHARES, P. C. F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. Caatinga, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 206-211, 2009.
- PACHECO, D. D.; GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; ANTUNES, P. D. Produção e disponibilidade de nutrientes para mamoneira (*Ricinus communis*) adubada com NPK. Revista de Biologia e Ciências da

- Terra, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 153-160, 2008.
- PEUKE, A. D.; JESCHKE, W. D.; HARTUNG, W. F. Flows of elements, ions and abscisic acid in *Ricinus communis* and site of nitrate reduction under potassium limitation. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 53, n. 367, p. 241-250, 2002.
- RIBEIRO, S. Resposta da mamona, cultivar BRS-188 Paraguaçu a aplicação isolada de nitrogênio, fósforo e potássio. 2008. 123 f. Dissertação. (Mestrado) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.
- RODRIGUES, L. N.; NERY, A. R.; CARVALHO, A. P.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento foliar da mamoneira irrigada com esgoto doméstico sob diferentes níveis de reposição da evapotranspiração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracajú. Anais... Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006. CD.
- SANTOS, A. C. M.; FERREIRA, G. B.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de cálcio e magnésio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD.
- SAVY FILHO, A. Mamona Tecnologia agrícola. Campinas: EMOPI, 2005. 105p.
- SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. A.; FERREIRA, G. B.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M.; VIRIATO, J. R. Adubação química da mamoneira com NPK e micronutrientes em Assu-RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD
- SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n.4, p. 563-568, 2006.

- SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; SAMPAIO, L. R. Crescimento e teor de macronutrientes em mudas de mamoneira cultivadas em cinco substratos orgânicos. *Revista de Biologia e Ciência da Terra, Campina Grande*, v. 8, n. 1, p. 120-125, 2008.
- SILVA, S. M. S.; ALVES, A. N.; GHEYU, H. R.; BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S.; SOARES, F. A. L. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v. 12, n. 4, p. 335-342, 2008.
- SILVA, T. R. B.; LEITE, V. E.; SILVA, A. R. B.; VIANA, L. H. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v. 42, n. 9, p. 1357-1359, 2007.
- SOUZA, A. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; BEZERRA, F. M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II – crescimento e produtividade. *Revista Ciência Agrônômica, Fortaleza*, v. 38, n. 4, p. 422-429, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- WENDT, C. W. Use of a relationship between leaf length and leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castor (*Ricinus communis* L.), and Sorghum (*Sorghum vulgare* L.). *Agronomy Journal, Stanford*, v. 59, p. 485-487, 1967.