

## **PRODUTIVIDADE E TEOR DO ÓLEO DA MAMONA EM FUNÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA E MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO<sup>1</sup>**

R. D. de Lacerda<sup>2</sup>, H. O. C. Guerra<sup>3</sup>, J. A. de Sousa<sup>4</sup>, L. de A. Formiga<sup>5</sup>, M. S. Araújo<sup>6</sup>

**RESUMO:** O objetivo da pesquisa foi estudar a sensibilidade da mamona (BRS 188 - Paraguaçu) a diferentes níveis de água disponível e matéria orgânica no solo, avaliando seus efeitos na sua produtividade e qualidade do produto final, o óleo. O experimento foi desenvolvido sob condições de campo, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, num esquema fatorial 2 x 4, constituído de dois níveis de matéria orgânica (5,0 g.kg<sup>-1</sup> e 25,0 g.kg<sup>-1</sup>) e quatro de água disponível para as plantas, 100, 90, 80 e 70%, em três blocos. Cada parcela experimental foi constituída por uma área útil de 100 m<sup>2</sup>, onde foram cultivadas 50 plantas, espaçadas em 2m x 1m, com 28 plantas úteis e 32 de bordadura. Realizou-se a análise de variância através do teste de Tukey para os tratamentos de matéria orgânica e análises de regressões para o fator quantitativo água disponível. Verificou-se que a adição de matéria orgânica e o aumento da disponibilidade hídrica no solo promoveram incrementos substanciais na produtividade e no conteúdo de óleo das sementes. O cultivar mostrou-se sensível à redução da água disponível no solo, reduzindo severamente sua capacidade produtiva e a qualidade final do produto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água disponível, *Ricinus communis* L., biodiesel.

## **CASTOS BEAN PRODUCTIVITY AND CONTENT OF ITS OIL AS AFFECTED BY THE AVAILABLE SOIL WATER AND ORGANIC MATTER CONTENT**

**ABSTRACT:** The objective of the research was to study the sensibility of the castor bean cultivar BRS 188 to different levels of available soil water for plants and soil organic matter evaluating the effects on the productivity and the quality of the final product, the oil. The experiment was conducted under field conditions. The experimental design used was a 2 x 4

<sup>1</sup> Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Instituto Federal de Ed. Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, CEP 59.700-000, Apodi, RN. Fone (84) 4005 4001. E-mail: rogerio\_dl@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Prof. Ph.D. Unidade Acadêmica de Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

<sup>4</sup> Prof. Doutor. Centro Educação e Saúde - UFCG, Cuité, PB.

<sup>5</sup> Prof. Doutor. Depto.de Agroecologia e Agropecuária, CCAA/UEPB, Lagoa Seca, PB.

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Depto.de Agroecologia e Agropecuária, CCAA/UEPB, Lagoa Seca, PB.

factorial on a randomized-complete block design, constituted of two soil organic matter contents (5.0 and 25.0 g.kg<sup>-1</sup>) and four soil water contents (100, 90, 80 and 70% of the soil available water for the plants) with 3 replicates. On each 100 m<sup>2</sup> parcel were cultivated 50 plants with an spacing of 2m x 1m. The results were submitted to analyses of variance (F test) and the means compared by the Tukey test. The quantitative factor (water levels) was studied by regression analyses. It was observed that organic matter and available soil water for plants increased substantially the productivity and oil content of the seed. The cultivar was sensible to the reduction of the available soil water content, decreasing severely its productivity capacity and the oil content of the seed.

**KEYWORDS:** Water available, *Ricinus communis* L., biodiesel.

## INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de destacada importância social e econômica no Brasil e no mundo, seu óleo é utilizado como matéria prima com aplicações únicas na indústria química, devido a características peculiares de sua molécula que lhe fazem o único óleo vegetal naturalmente hidroxilado, além de uma composição com predominância de um único ácido graxo ricinoléico, o qual lhe confere propriedades químicas atípicas (Azevedo & Beltrão, 2007). Explorada comercialmente devido ao alto teor de óleo em suas sementes, a mamoneira é uma Euphorbiaceae tradicionalmente cultivada por pequenos produtores; o Brasil figura entre os três maiores produtores de mamona do mundo, revezando-se ao longo da história com a China e a Índia (Rodrigues et al., 2010).

No Nordeste brasileiro, a agricultura desempenha um importante papel na economia regional. No entanto, as adversidades climáticas, aliadas às práticas agrícolas ultrapassadas, tornam essa atividade basicamente uma atividade de subsistência. Considerando que a agricultura irrigada apresenta-se como uma grande alternativa para esta região, faz-se necessário que os recursos hídricos disponíveis sejam utilizados de maneira racional. Para tanto, a utilização de técnicas de manejo da água, do solo e do sistema de cultivo são imprescindíveis (Freitas et al., 2010).

Para Barros Júnior et al. (2008), a redução do conteúdo de água no solo afeta sensivelmente a altura e o diâmetro de caule das plantas, sendo que, com uma redução de 40 a 60 % de água disponível, as plantas paralisam o seu desenvolvimento. Quando mantida a capacidade de campo e associada a um manejo adequado, concomitante com a utilização dos

demais insumos necessários ao pleno desenvolvimento da cultura a mamoneira apresenta potencial altamente produtivo, transformando, de forma eficiente, os insumos em produção efetiva de matéria seca, conseqüentemente, em um potencial maior de produção de frutos por área cultivada.

A mamoneira é exigente em umidade nos estádios iniciais do seu crescimento, necessitando de um período seco nos estádios de maturação e secagem dos frutos. Considerando que a cultura no campo, principalmente na Região Nordeste, fica exposta a deficiências hídricas, a suplementação hídrica através da irrigação nas épocas de maior demanda de água pela cultura, possibilita melhor desempenho produtivo (Diniz neto et al., 2009). O déficit hídrico afeta o desenvolvimento vegetal através de efeitos sobre a abertura estomática, o processo fotossintético e o crescimento (Medici et al., 2007), sendo que cada um destes processos pode ser afetado diferentemente, dependendo do genótipo da planta e da intensidade do déficit hídrico.

Diante o exposto, o presente trabalho teve por objetivo estudar a sensibilidade do cultivar de mamona BRS 188 – Paraguaçu a diferentes níveis de água disponível no solo e matéria orgânica, na produtividade e qualidade final do produto, o óleo; visando atender a uma das mais crescente e importante demanda do agronegócio brasileiro.

## **METODOLOGIA**

O Experimento foi conduzido no período compreendido entre outubro de 2008 a abril de 2009, em área experimental da Universidade Estadual da Paraíba no Município de Lagoa Seca - PB, localizada pelas coordenadas geográficas 7° 15' 18" S e 35° 52' 28" W a altitude de 634 m; temperaturas variando entre 18° e 33°C e umidade relativa do ar em torno de 80%. O solo predominante na área de estudo é o NEOSSOLO REGOLITICO EUTROFICO, de textura franco-argilo-arenoso e baixo teor de matéria orgânica.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, no esquema fatorial 2 x 4, constituído pelos dois níveis de matéria orgânica e quatro níveis de água disponível, distribuídos em 3 blocos. Os tratamentos testados foram dois níveis de matéria orgânica no solo, 5,0 g.kg<sup>-1</sup> (Residual) e 25,0 g.kg<sup>-1</sup> (incorporado) e quatro níveis de água do solo: (70; 80; 90 e 100% da água disponível no solo para as plantas).

Os dados foram analisados estatisticamente através da análise de variância (ANAVA), do teste de Tukey, para comparação das médias dos tratamentos e análise de regressão para o fator quantitativo água disponível, de acordo com Ferreira (2000).

A combinação entre os fatores matéria orgânica (MO) e água disponível (AD) no solo resultaram em 8 tratamentos dispostos em três blocos. Desta forma, o experimento totalizou vinte e quatro parcelas, cada uma constituída por uma área útil de 100,0 m<sup>2</sup>, onde foram cultivadas 50 plantas (24 plantas úteis e 26 de bordadura, espaçadas a 2,0 m x 1,0 m, contendo, totalizando uma área de 0,24 ha. O ensaio experimental foi conduzido por um ciclo de 180 dias.

O tratamento de 5,0 g.kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica correspondeu ao teor de matéria orgânica presente no solo da área experimental e que predomina na região; já o tratamento correspondente a 25,0 g.kg<sup>-1</sup> foi obtido adicionando-se a cada cova, 42,0 kg de esterco de gado, com teor de 23,23% de matéria orgânica e 51,0% de umidade, expressos em relação à percentagem de matéria secada a 65°C, de forma a elevar este componente no solo para uma faixa de disponibilidade caracterizada como média, considerada como a ideal mínima ideal para a maioria dos solos da região semiárida brasileira.

A escolha das lâminas baseou-se nos estudos realizados anteriormente em ambiente protegido (Barros Júnior, 2007; Lacerda, 2006).

O plantio foi realizado em curvas de nível com a profundidade da semente variando de 2 a 3 cm, sendo semeadas quatro sementes por cova. Para a irrigação das plantas utilizou-se um sistema de irrigação localizado composto por um conjunto eletrobomba e tubulação, através do qual se realizaram a captação e a condução da água pressurizada até a área experimental. As parcelas experimentais foram irrigadas por meio de linhas gotejadoras, constando de uma linha lateral por linha de plantio espaçada a cada 2,0m e emissores com vazões de 1,5 l h<sup>-1</sup> distanciados a 0,20m, proporcionando uma faixa molhada de irrigação contínua com largura de 0,6m por linha de planta. Cada um dos tratamentos teve um sistema de distribuição de água independente. As aplicações foram diferenciadas pelo do tempo de aplicação, utilizando-se registros.

As irrigações foram realizadas quando o conteúdo de água do solo atingiu os valores preestabelecidos pelos respectivos tratamentos (70, 80, 90 e 100 % da água disponível), monitorado a cada dois dias, utilizando-se uma sonda de TDR segmentada modelo HH2 PR1/6 de marca DELTA-T DEVICES inserida no solo, através de um tubo de acesso instalado em cada parcela.

A água disponível do solo para as plantas (AD), base para a determinação das lâminas repostas em cada tratamento, baseou-se na equação a seguir (Bernardo, 2008).

$$AD = \frac{(CC - PMP)}{100} \times d \cdot Y \cdot Z \quad (1)$$

Onde:

AD - água disponível em cm;

CC – conteúdo de água do solo na capacidade de campo (base peso seco);

UA – conteúdo de água do solo no ponto de murcha permanente (base peso seco);

d – densidade do solo;

y – déficit hídrico estipulado (0 – 1);

Z – profundidade efetiva das raízes de mamona, (40 cm).

Aos vinte dias após a semeadura (20 DAS) foi realizado um desbaste, deixando-se apenas as duas plantas mais vigorosas por cova e um segundo aos 30 DAS. A partir dos 60 DAS coletou-se uma planta por parcela para análise do desempenho de crescimento, desenvolvimento e fitomassa do cultivar, assim procedendo-se aos 90, 120, 150 e 180 dias.

O solo foi adubado com superfosfato triplo em fundação na proporção de 120 kg/ha de  $P_2O_5$  e em cobertura com 100 kg  $ha^{-1}$  de  $K_2O$  e de N nas formas de cloreto de potássio e Ureia, respectivamente, divididos em intervalos de 10 dias aplicados via fertirrigação, com a primeira aplicação, 20 dias após o semeio.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Produtividade média de frutos

Para os teores de matéria orgânicos testados a produtividade média obtida pelas plantas cultivadas em solo com teor de 25,0 g  $kg^{-1}$  de matéria orgânica mostrou-se superior 17,38% à obtida por plantas submetidas a 5,0 g  $kg^{-1}$ . Para Bayer & Mielnicznuk (2008), O baixo teor de matéria orgânica em solos de clima tropical e subtropical, é o principal fator responsável pela baixa produtividade das culturas em decorrência da limitação do fornecimento do nitrogênio.

A água disponível do solo influenciou significativamente, ao nível de 1% ( $p < 0,01$ ), a produtividade média do cultivar de mamona, observando-se que as plantas cujo solo foi mantido a capacidade de campo (100% AD) para o solo com teor de 5,0 g  $kg^{-1}$  de matéria orgânica apresentaram produtividade média de 4.911,11 kg  $ha^{-1}$  e de 6.336,11 kg  $ha^{-1}$  para o solo com 25,0 g  $kg^{-1}$  de matéria orgânica.

A regressão para o fator quantitativo água disponível referente à produtividade média da mamoneira, pode ser vista na Figura 1, verificando-se tendência linear crescente de produtividade, ocorrendo diferença acentuada entre os tratamentos submetidos a diferentes níveis de água disponível, com acréscimos de 91,47 kg  $ha^{-1}$  de frutos para a condição de 25,0 g

kg<sup>-1</sup> e de 68,88 kg ha<sup>-1</sup> de frutos para a condição de 5,0 g kg<sup>-1</sup> para cada aumento unitário de água disponível.

Reduções de 10,5 % e 15,8 % nas produtividades da cultivar de mamona “Pronto” foram detectadas por Koutroubas et al. (2000), ao reduzirem as lâminas de irrigação para respectivamente, 0,75 e 0,50 da Evapotranspiração Máxima da Cultura (ET<sub>m</sub>). Laureti (2002), por sua vez, obteve queda de 8,7 % na produção do híbrido de mamona ISCIOR 101 ao reduzir em um terço a lâmina de irrigação.

Barros Júnior et al. (2008), em experimento em casa de vegetação aos 180 dias após semeadura observou, para o cultivar Paraguaçu estudada, uma grande sensibilidade a disponibilidade de água do solo com acentuada redução da produção de frutos, uma vez que as plantas conduzidas em solo em qual o conteúdo de água foi mantido ao nível de 80 % de água disponível, apresentaram reduções da ordem de 83,9 e 83,4 %, respectivamente, para frutos e sementes, quando comparadas com os totais produzidos pelos tratamentos submetidos a 100 % AD.

Barros Junior (2008) encontrou ainda que conteúdos de água de 40 a 60 % de água disponível, as plantas paralisaram o seu desenvolvimento. Segundo Sausen & Rosa (2010) o déficit hídrico ocasiona mudanças na partição dos carboidratos no interior da planta, condicionando-as a desenvolverem mecanismos de adaptação e resistência, neste caso, a redução do crescimento. A tolerância da planta ao déficit hídrico parece ser um importante mecanismo de resistência para a manutenção do processo produtivo em condições de baixa disponibilidade de água às plantas

Os rendimentos de 6.336,11 kg ha<sup>-1</sup> obtidos neste ensaio para 100 % de AD, foram superiores aos obtidos em experimentos irrigados por Gondim et al. (2004), que utilizaram genótipos importados da Costa Rica, irrigados por aspersão no Estado do Ceará (3.494,0 kg.ha<sup>-1</sup> para o genótipo CSRN-142); as produções obtidas no presente estudo também superam os 2.345,50 kg.ha<sup>-1</sup> obtidos por Curi e Campelo Júnior (2004) com a cultivar IRIS, irrigada no Estado do Mato Grosso, e ainda superior aos 5.400,00 kg.ha<sup>-1</sup> com a Nordestina e Paraguaçu, conseguidos por Carvalho (2005).

### **Teor de óleo**

Foi possível constatar que não houve influência significativa da matéria orgânica do solo sobre o teor de óleo presente nas sementes; entretanto, os diferentes níveis de água aos que foram submetidas às plantas, produziram efeitos significativos ao nível de 5% (p<0,05).

A regressão para o fator quantitativo água disponível, encontra-se na Figura 2, verificando-se que, à medida que se elevou o conteúdo de água disponível no solo, o teor de

óleo apresentou tendência linear crescente com acréscimos de 0,1% de óleo para cada aumento unitário de água disponível no solo.

O estresse hídrico causado pela diminuição do conteúdo de água no solo provocou reduções no teor de óleo; as sementes das plantas conduzidas a 100 % de AD apresentaram, em média, teor de óleo de 51,58%, enquanto os tratamentos que foram submetidos a estresse hídrico por deficiência, para os níveis de 90, 80 e 70% da AD, apresentaram teores médios de 49,27, 48,86 e 48,26% de óleo, respectivamente.

Barros Júnior (2007), observou que o estresse hídrico reduziu o teor de óleo nas sementes em decorrência da baixa qualidade das sementes produzidas por plantas conduzidas a 60% de AD, o mesmo sendo obtido para o tratamento mantido a 80% de AD; para este último, a redução foi de mais de 53 % na produção de óleo em relação ao teor de óleo produzido por plantas que tiveram a disponibilidade de água mantida a capacidade de campo. Laureti (2002), em trabalhos com o híbrido “HD 912” de mamona, registrou reduções de até 50,70% no teor de óleo das sementes quando irrigadas com reduções progressivas nas lâminas de água, proporcionais a 75, 50 e 25% da ETc. Benetoli Silva et al, (2007) obteve teor de óleo de 49,4% quando variou níveis de adubação nitrogenada e sem restrições de água no solo.

## CONCLUSÕES

O conteúdo de água do solo influenciou positiva e significativamente a produção da mamoneira, tanto quantitativa como qualitativamente. Quando não submetida a estresse hídrico, a mamoneira é mais eficiente na conversão de água consumida em fitomassa, proporcionando maiores produtividades.

A água disponível promoveu alterações significativas nos processos fisiológicos essenciais à produtividade da mamoneira e seu teor de óleo; assim, as plantas submetidas aos tratamentos de 70 e 80% de água disponível no solo, apresentaram reduções substanciais tanto na produtividade quanto ao teor de óleo presente nas sementes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. O agronegócio da mamona no Brasil. Embrapa Algodão. Campina Grande. PB. 2. ed. rev. e ampl. Brasília. DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2007.

BARROS JUNIOR, G.; GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F., LACERDA, R. D. de. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental. v.12, n.4, p. 350-355, 2008.

BARROS JÚNIOR, G. Efeito do conteúdo de água do solo, monitorado com TDR, sobre desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamona. 2007. 173 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da material orgânica. In: SATOS, G. A. *et al.* (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica de solo. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Metrópole. 2008.

BENETOLI DA SILVA, T. R.; LEITE, V. E.; BERCHOL DA SILVA, ANTONIO RENAN., VIANA, L. H. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.9, p.1357-1359, set. 2007.

BERNARDO, S., SOARES, A. A., MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2008.

CARVALHO, B. C. L. Manual do cultivo da mamona. Salvador: EBDA. 2005. 65 p. il.

CURI, S. e CAMPELO JÚNIOR, J. H. Evapotranspiração e coeficientes de cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.), em Santo Antônio do Leverger - MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA. 1., 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão. 2004. CD – ROM.

DINIZ NETO, M. A., TAVORA, F. J. A.F., CRISÓSTOMO, L. A., DINIZ, B. L. M. T. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. I – Componentes da produção e produtividade. *Rev. Cienc. Agron., Fortaleza*, v. 40, n. 4, p. 578-587, out/dez, 2009.

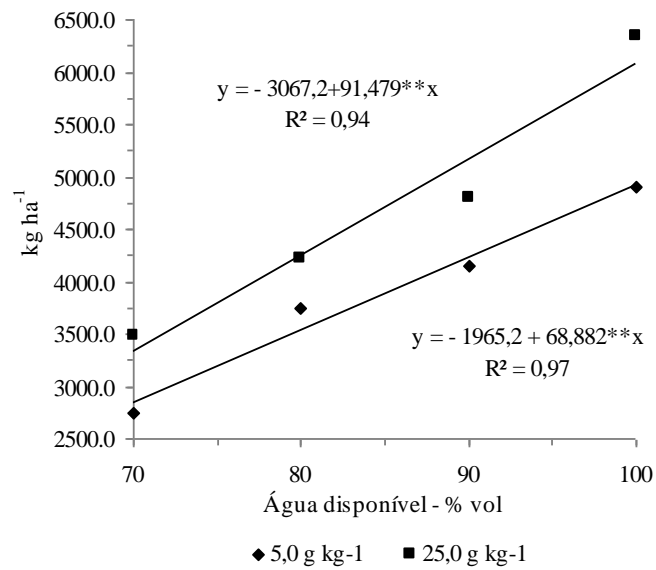
FREITAS, C. A. S. de., BEZERRA, F. M. L., SILVA, A. R. . da., FILHO, J. V. P., FEITOSA, D. R. C. Comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento em Pentecoste, CE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.14. n.10. p.1059-1066, 2010.

FERREIRA, P. V. Estatística aplicada a agronomia. 3 ed. Maceio: EDUFAL. 2000. 422 p.: il.

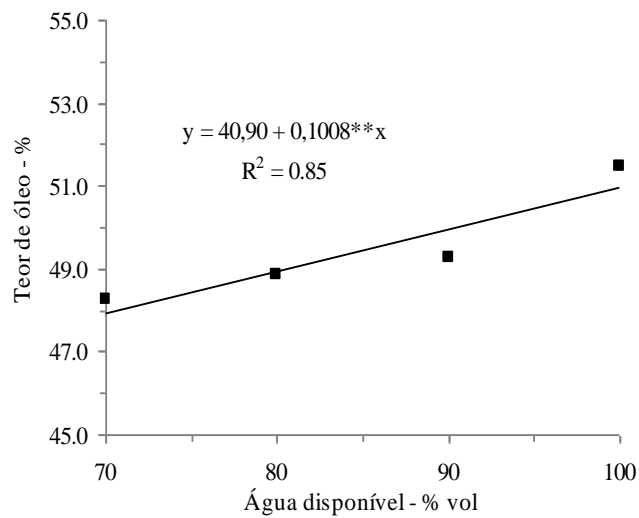
GONDIM, T. M. de S.; NOBREGA, M. B. de M.; SEVERINO, L. S.; VASCONCELOS, R. A. de. Adensamento de mamoneira sob irrigação em Barbalha. CE. In: Congresso Brasileiro de Mamona. 1.. 2004. Campina Grande. Anais...Campina Grande: Embrapa Algodão. 2004. CD – ROM.



- KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for Castor Oil Crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean Climate. *J. Agronomy & Crop Science*. Berlin. 184. 33-41. 2000.
- LACERDA, R. D., GUERRA, H. O. C., BARROS JUNIOR, G. Influência do déficit hídrico e da matéria orgânica do solo no crescimento e desenvolvimento da mamoneira BRS 188 – Paraguaçu. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. v.4, n.4, p.440-448, out/dez. 2009
- LACERDA, R. D. de. Resposta da mamoneira BRS 188 - Paraguaçu a diferentes níveis de água e matéria orgânica no solo. Campina Grande. 2006. 82p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande.
- LAURETI, D. Fabbisogni idrici del ricino (*Ricinus communis* L.) mediante l'impiego di coefficienti colturali e de deficit idrico. *Agroindustria*. Itália. v.1. n.3. p.165-167, 2002.
- MEDICI, L. O. et al. Stomatal conductance of maize under water and nitrogen deficits. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 4, p. 599-601, 2007.
- RODRIGUES, W. N., NICOLINE, H. O., MARTINS, L. D., TOMAZ, M. A., AMARAL, J. F. T. do. Acúmulo de biomassa pela mamoneira submetida a diferentes adubações e aplicação de escória de siderurgia. *Revista Verde*. v.5, n.5, p. 33- 39, 2010.
- SEVERINO, L. S. O que sabemos sobre a torta de mamona. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2005.31p. (Documentos. 134).
- SAUSEN, T. L.; ROSA, L. M. G. Crescimento e limitações à assimilação de carbono em *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) sob condições de estresse hídrico do solo. *Acta Bot. Bras.*[online]. 2010, vol.24, n.3, pp. 648-654. ISSN 0102-3306. doi: 10.1590/S0102-33062010000300008
- SOUZA, A. dos S., TAVORA, 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 Agronômica*. v.38. n.4, p. 422-429, 2007.
- SEVERINO L.S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, p.50-54, 2006.



**Figura 1.** Produtividade média da mamoneira BRS 188-Paraguaçu, em função da matéria orgânica e água disponível do solo.



**Figura 2.** Teor de óleo das sementes da mamoneira BRS 188 - Paraguaçu em função da água disponível do solo.