

## Produtividade da mamoneira sob fontes e doses de nitrogênio irrigada com esgoto doméstico tratado

### Productivity of castor bean under sources and levels of nitrogen irrigated with treated domestic sewage

Jocimar Ayres Carlos<sup>1</sup>, Boanerges Freire Aquino<sup>2</sup>, Geocleber Gomes de Sousa<sup>3</sup>, Francisco Cássio Gomes Alvino<sup>4</sup>, Francisco Valderéz Augusto Guimarães<sup>5</sup>

**RESUMO:** Um experimento foi desenvolvido no período de janeiro a maio de 2008, em condições de campo, na área experimental da estação experimental da CAGECE/PROSAB/CT-UFC, localizada no município de Aquiraz, CE, para avaliar a produtividade da cultura da mamoneira sob diferentes fontes e doses de nitrogênio. O experimento obedeceu a um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3, referente as doses de nitrogênio: 0 kg ha<sup>-1</sup>; 30 kg ha<sup>-1</sup>; 50 kg ha<sup>-1</sup>; 70 kg ha<sup>-1</sup> e 90 kg ha<sup>-1</sup> versus três fontes de adubação nitrogenada (uréia, nitrato de amônio e sulfato de amônio), com cinco repetições. Aos 120 dias após a semeadura (DAS), as plantas foram coletadas e avaliadas as seguintes variáveis: altura do 1º racemo, número de racemo, comprimento do racemo, número de frutos por plantas e produtividade. A aplicação de nitrogênio aumenta o número de racemo, número de frutos e o comprimento do racemo da mamoneira aos 120 dias após a semeadura (DAS), independentemente da fonte utilizada. A aplicação de nitrogênio aumenta a produtividade da cultura da mamona irrigada com água de esgoto doméstico tratado, com a fonte ureia na dose de 76,41 kg ha<sup>-1</sup> (1156,67 kg ha<sup>-1</sup>), na fonte sulfato amônio a dose de 57,95 kg ha<sup>-1</sup> proporciona uma produtividade de 1491,68 kg ha<sup>-1</sup> e para a fonte nitrato de amônio a dose de 108,08 kg ha<sup>-1</sup> evidencia uma produtividade de 1925,41 kg ha<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ricinus communis L.*, reúso, produção

**ABSTRACT:** An experiment was conducted during the period from January to May 2008, under field conditions at the site of the experimental station of CAGECE / PROSAB / CT-UFC, located in the city of Aquiraz, EC, to assess the yield of castor in different sources and doses of nitrogen (N). The experiment followed a completely randomized design in factorial 5 x 3, concerning the nitrogen levels: 0 kg ha<sup>-1</sup>, 30 kg ha<sup>-1</sup>, 50 kg ha<sup>-1</sup> and 70 kg ha<sup>-1</sup> and 90 kg ha<sup>-1</sup> versus three sources of nitrogen (urea, ammonium nitrate and ammonium sulfate), with five replicates. At 120 days after sowing (DAS), plants were collected and evaluated the following variables: height of the one raceme, raceme number, raceme length, number of fruits per plant and productivity. The application of nitrogen increases the number of raceme, fruit number and length of raceme of castor beans to 120 days after sowing (DAS), regardless of the source used. The application of nitrogen increases the yield of castor irrigated with treated domestic sewage, with the urea source at a dose of 76.41 kg ha<sup>-1</sup> (1156.67 kg ha<sup>-1</sup>), ammonium sulfate source in the dose of 57.95 kg ha<sup>-1</sup> provides a yield of 1491.68 kg ha<sup>-1</sup> and the ammonium nitrate dose of 108.08 kg ha<sup>-1</sup> shows a yield of 1925.41 kg ha<sup>-1</sup>.

**KEY WORDS:** *Ricinus communis L.*, reuse, production

\*autor para correspondência

Recebido para publicação em 25/03/2012; aprovado em 30/06/2012

<sup>1</sup> Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: [jocimarayres@hotmail.com](mailto:jocimarayres@hotmail.com)

<sup>1</sup> Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, UFC, Fortaleza, CE.

E-mail: [Aquino@ufc.br](mailto:Aquino@ufc.br)

<sup>1</sup> Doutor em engenharia Agrícola, Bolsista de PNPd/CAPES/UFC, Fortaleza, CE. E-mail: [sousamsa@yahoo.com.br](mailto:sousamsa@yahoo.com.br)

<sup>1</sup> Graduando em Agranomia, Pombal, PB. E-mail: [cassioalvino@hotmail.com](mailto:cassioalvino@hotmail.com)

<sup>1</sup> Doutor em Bioquímica, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: [valderez@ufc.br](mailto:valderez@ufc.br)

## INTRODUÇÃO

A cultura da mamona (*Ricinus communis L.*) necessita de informações sobre recomendações para fertilização do solo, pois há poucos relatos na literatura sobre seu comportamento em relação a aspectos como cultivares adequados, níveis e fertilidade do solo e recomendação de adubos e corretivos, clima e altitude, disponibilidade de água e outros. Porém, sabe-se que sua planta é um tanto exigente no que se refere à fertilidade do solo, sendo possível aumentar sua produtividade pelo adequado suprimento de nutrientes, através da adubação (SEVERINO, 2005).

A mamoneira é sensível à acidez do solo e exigente em nutrientes, apresentando boa resposta, em produtividade, à correção do solo e à adubação (SAVY FILHO, 1996). Recomenda-se, preferencialmente, o plantio em solos bem preparados, férteis e profundos, livres de compactação (SOUZA et al., 2007). No caso da cultura da mamona no Nordeste do Brasil, estudos com nutrientes essenciais (adubação/correção do solo) são escassos ou até inexistentes. Pesquisas envolvendo a adubação e a correção do solo para esta cultura, e que se relacionam com os nutrientes e suas interações (DANTAS JÚNIOR et al., 2010) devem merecer especial atenção, tendo em vista que altas produtividades não serão alcançadas se não forem realizados estudos dessa natureza (NASCIMENTO et al., 2010).

O fertilizante nitrogenado é o mais consumido no mundo, apesar de no Brasil, os adubos mais consumidos serem os potássicos e os fosfatados. Segundo Mosier & Galloway (2005), o aumento da produção agrícola resultante do emprego do fertilizante nitrogenado permita sustentar, cerca de 40% da população do planeta. No entanto, os adubos nitrogenados podem se perder em parte por volatilização, decomposta pela uréase no solo. Os adubos amoniacais, em solos com pH muito alto, devido a calagem excessiva, também se decompõem, perdendo amônia ( $\text{NH}_3$ ) para a atmosfera. Os nitratos existentes nos adubos nitrogenados ou oriundos da nitrificação dos amoniacais e da própria uréia ou dos adubos orgânicos são arrastados pelas águas das chuvas ou

irrigações e se atingirem o lençol freático estarão perdidos. Estes adubos ainda poderão voltar, em parte, para as camadas mais superficiais, subindo pelos capilares do solo quando houver seca (MALAVOLTA; PIMENTEL-GOMES; ALCARDE, 2002).

De acordo com França (2007), deficiência de nitrogênio retarda o crescimento das plantas e provoca o amarelecimento das folhas mais velhas. Se a falta do nutriente for prolongada, estes sintomas na planta serão generalizados. Uma deficiência mais severa reduz os folíolos e provoca queda dos botões florais, as nervuras principais apresentam cor púrpura e as folhas um verde-pálido (PRADO, 2008).

Já o reuso, segundo Brega Filho e Mancuso (2002), é uma prática que garante a recarga do lençol freático, serve para fertirrigação de diversas culturas. A utilização de água proveniente de reuso é diferenciada para irrigação de plantas não comestíveis (silvicultura, pastagens, fibras e sementes) e comestíveis (nas formas cruas e cozidas), necessitando essas de um nível maior de qualidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, no período de janeiro a agosto de 2008, na estação experimental da CAGECE/PROSAB/CT-UFC, localizada no município de Aquiraz (CE), apresentando como coordenadas geográficas 30 54' 05'' S e 380 23' 28'' W, com altitude de 14 m. De acordo com a classificação Köppen, o clima predominante na região e do tipo  $\text{Aw}^7$  - clima tropical chuvoso, quente e úmido, com chuvas no período de verão a outono. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Acinzentado eutrófico (EMBRAPA, 2006). As amostras do solo foram coletadas na camada de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, sendo retiradas sub-amostras para a caracterização química. As características físicas e químicas do solo utilizado antes da aplicação dos tratamentos, estão apresentadas na Tabela 1, conforme Embrapa (1997) e Richards (1954).

Tabela 1- Atributos químicos do Argissolo Acinzentado eutrófico nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, irrigado com efluente de esgoto tratado, em Aquiraz - CE.

Prof.	(mg dm <sup>-3</sup> )								(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(g kg <sup>-1</sup> )
(cm)	Ce	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>2+</sup>	T	V(%)	Al <sup>3+</sup>	P	M.O.
0-20	0,15	5,7	0,96	0,96	43	0,93	3,8	68	0	32	8,6
20-40	0,15	5,7	0,86	0,96	46,3	1,37	3,5	59	0	24	7,03

No experimento foi utilizado a cultura da mamona (*Ricinus communis L.*), cultivar Guarani, desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), que se caracteriza por apresentar frutos indeiscentes, porte médio (1,8 m a 2,0 m de altura), ciclo vegetativo de 180 dias, potencial produtivo de 1500 a 4000 Kg ha<sup>-1</sup>, colheita única, com aproximadamente 47 % de óleo nas sementes e um peso médio de 100 sementes em torno de 43 g.

Nas parcelas experimentais foram abertas covas com 40x40x40 cm, cada cova ficou com uma planta e a adubação por cova consistiu (em proporções por ha) de 4 doses de nitrogênio (0/30/50/70/90 kg/ha), uma testemunha (sem nitrogênio). As plantas receberam uma adubação básica de 50 Kg ha<sup>-1</sup> de P, 70 Kg ha<sup>-1</sup> de K e 50 Kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR-12 com a seguinte composição de micronutrientes: (9% de Zn; 1,8% de B; Cu 0,8%; Fe 3,5%; Mn 2%; Mo 0,1%), foram também adicionados 5 litros de esterco bovino curtido e 50 g de calcário dolomítico por cova. As formas dos adubos químicos utilizados: N-uréia, N-sulfato de

amônio, N-nitrato de amônio, P-superfosfatos simples e K-cloreto de potássio

A semeadura foi realizada dia 23 de janeiro de 2008, utilizando-se 6 sementes por cova, a profundidade de 2 cm. Aos 25 dias após a emergência, foi efetuado o desbaste deixando-se apenas uma planta por cova. O sistema de irrigação empregado foi do tipo microaspersão, localizado entre fileiras para cada grupo de 4 plantas. As parcelas, dependendo do tratamento, foram irrigadas usando efluente de esgoto doméstico tratado. Os microaspersores com vazão de 70 L h<sup>-1</sup>, eram acionados durante duas horas diariamente. Sendo uma hora pela manhã, e uma hora pela parte da tarde de acordo com a precipitação ocorrida.

O experimento obedeceu a um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3, referente as doses de nitrogênio: 0 kg ha<sup>-1</sup>; 30 kg ha<sup>-1</sup>; 50 kg ha<sup>-1</sup>; 70 kg ha<sup>-1</sup> e 90 kg ha<sup>-1</sup> versus três fontes de adubação nitrogenada (uréia, nitrato de amônio e sulfato de amônio), com cinco repetições.

As características químicas da água de poço e efluentes de esgoto tratado aplicada durante a condução do experimento encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Características químicas da água de poço e efluentes de esgoto tratado usados no experimento da cultura da mamona.

Nutrientes	Esgoto doméstico tratado
Ca(mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,3
Mg(mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,4
Na(mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,2
K(mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,5
Cl(mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	3,2
SO(mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,12
HCO <sup>3-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,8
NO <sup>-3</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	5,3
Ce (dS m <sup>-1</sup> )	0,65
RAS	2,75
pH	7,3
Classificação	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>

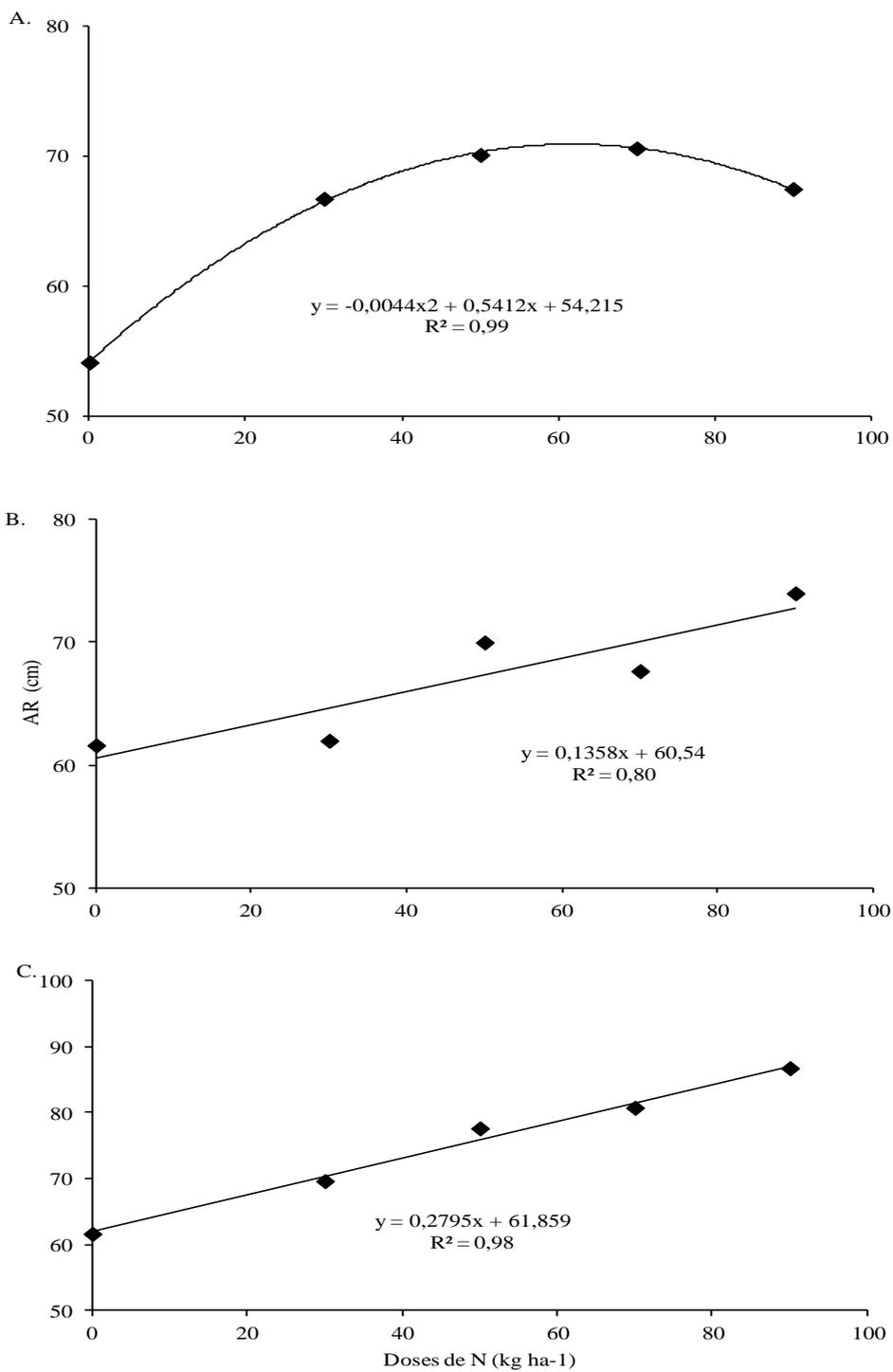
C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>= risco baixo de salinização

A colheita iniciou-se aos 120 dias após a semeadura, no total 8 de colheitas. Os cachos foram colhidos quando os frutos estavam maduros, em seguida colocados em sacos de papel devidamente identificados e expostos para secagem nas condições do ambiente. Após a secagem, foram avaliadas as seguintes variáveis: altura do primeiro racemo, número de racemos, comprimento do racemo, número de frutos por planta e a produtividade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação doses de nitrogênio x fontes não exerceu efeito significativo para a altura do primeiro racemo. No entanto, as doses de nitrogênio isoladamente aplicadas com as nitrato de amônio e sulfato de amônio influenciaram significativamente de forma linear sob essa variável, com coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) de

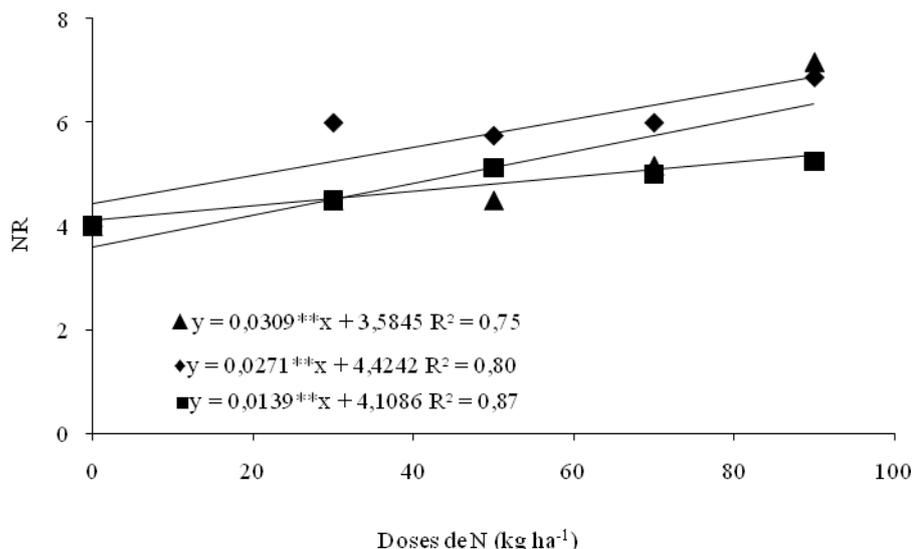
0,80 e 0,98, aos 120 DAS. Para a fonte ureia, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou com R<sup>2</sup> de 0,99, atingindo uma altura de racemo em função das doses de nitrogênio, verificou-se que as plantas atingiram altura máxima de 70 cm quando se utilizou uma dose de 87,49 kg ha<sup>-1</sup> de N. Importante ressaltar que a água de irrigação utilizada era de esgoto doméstico tratado. Cavallet et al. (2006) utilizando de água de reuso no solo em experimentos de campo, observaram melhoria da fertilidade do solo. Para Beltrão (2003), a haste principal cresce verticalmente sem ramificação até o surgimento da primeira inflorescência, que tem a denominação de racemo depois do aparecimento das flores em forma de cacho. A altura do primeiro racemo é uma característica, segundo Severino (2005), ligada a precocidade da planta. No entanto, Marinho et al. (2010) trabalhando com a mesma variedade, obteve resultados oposto a desse estudo sob essa variável.



**Figura 1.** Altura do racemo em plantas de mamona sob diferentes doses de nitrogênio, tendo como fontes (▲) ureia, (◆) nitrato de amônio e (■) sulfato de amônio irrigada com esgoto tratado.

De acordo com a análise de regressão apresentada na Figura 2, o modelo linear crescente foi o que melhor se ajustou sob o número de racemos por planta, com ( $R^2$ ) de 0,75, 0,80 e 0,87, para as fontes de nitrogênio uréia, nitrato de amônio e sulfato de amônio, respectivamente. Os valores médio encontrados nesse trabalho foram superiores ao recomendado por Nóbrega et al. (2001). Para esses autores o número de racemos por planta considerado baixo tem que ser menor

que 3; médio, de 3 a 7, e alto quando maior que 7. No mesmo período desse estudo Souza et al. (2007) encontraram uma média superior a desse estudo (18,74) racemo por planta. Tendências semelhantes foram encontradas por Souza et al. (2010) ao avaliarem os aspectos produtivos da cultura da mamona irrigada com esgoto doméstico tratado na presença e ausência da adubação recomendada. Os autores encontraram um número médio de racemo por planta de 8,3.



**Figura 2.** Número de racemo por planta de mamoneira sob diferentes doses de nitrogênio, tendo como fontes (▲) ureia, (◆) nitrato de amônio e (■) sulfato de amônio irrigada com esgoto tratado.

Segundo dado apresentado na Figura 3 verificou-se que o número de frutos por planta em função das diferentes doses e fontes de nitrogênio irrigado com água de esgoto doméstico tratado obteve o modelo linear para a fonte ureia e nitrato de amônio com coeficiente de determinações de 0,61 e 0,79, respectivamente. Já para o sulfato de amônio o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou com  $R^2$  de 0,94 indicando um excelente ajuste para os dados ao modelo empregado. O número de fruto máximo por planta obtido (239) foi registrado na dose 55,02 kg ha<sup>-1</sup> de N para a

fonte sulfato de amônio. Esse fato pode estar relacionado à utilização de fontes de liberação lenta, ou que contenha inibidor de nitrificação, como por exemplo o 3,4 - dimetilpirazolfosfato (DMPP), que prolonga o tempo do N na forma não lixiviável ( $NH_4^+$ ), permitindo um adequado suprimento de N durante todo o ciclo da cultura ou a redução das perdas por lixiviação (ZERULLA et al., 2001).

Ressalta-se ainda que o N, por ser considerado um elemento muito dinâmico no solo e sujeito a grandes perdas, torna-se essencial o seu manejo

\*autor para correspondência

Recebido para publicação em 25/03/2012; aprovado em 30/06/2012

<sup>1</sup> Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: jocimarayres@hotmail.com

<sup>1</sup> Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: Aquino@ufc.br

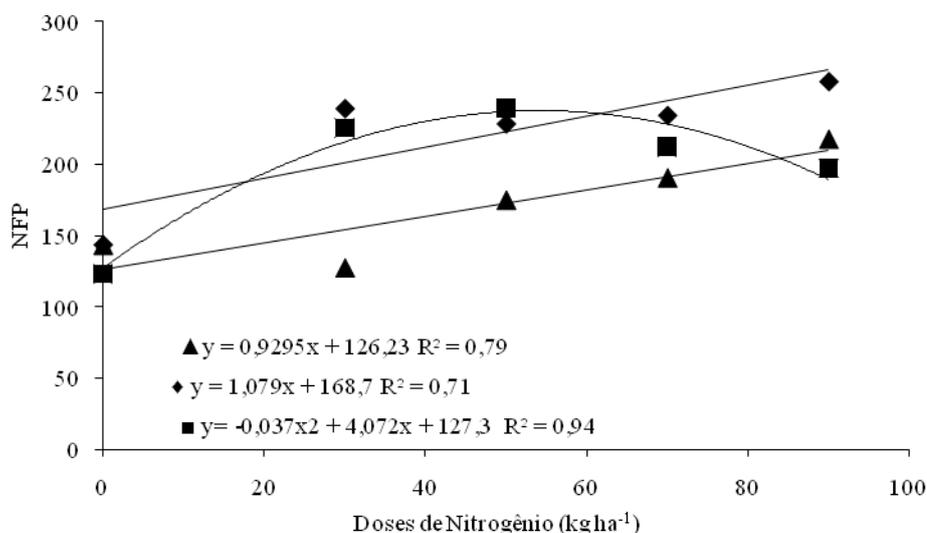
<sup>1</sup> Doutor em engenharia Agrícola, Bolsista de PNPd/CAPES/UFC, Fortaleza, CE. E-mail: sousamsa@yahoo.com.br

<sup>1</sup> Graduando em Agranomia, Pombal, PB. E-mail: [cassioalvino@hotmail.com](mailto:cassioalvino@hotmail.com)

<sup>1</sup> Doutor em Bioquímica, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: valderez@ufc.br

eficiente (YAMADA; ABDALLA, 2000). Souza et al. (2010) cultivando mamona irrigada com esgoto doméstico tratado na mesma região desse estudo,

encontraram valores superiores ao desse trabalho, com uma média de 387 frutos por planta.



**Figura 3.** Número de frutos por planta de mamoneira sob diferentes doses de nitrogênio, tendo como fontes (▲) ureia, (◆) nitrato de amônio e (■) sulfato de amônio irrigada com esgoto tratado.

A partir da análise de regressão verificou-se que o comprimento do racemo em função das diferentes doses e fontes de nitrogênio irrigada com água de esgoto doméstico tratado (Figura 4) o modelo que melhor se justou para a fonte ureia foi o linear com coeficiente de determinações de 0,92. Já para o nitrato amônio e o sulfato de amônio, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou, com  $R^2$  de 0,95 e 0,84, respectivamente, indicando um excelente ajuste dos dados ao modelo empregado. Para nitrato amônio, a dose de 55,56  $kg\ ha^{-1}$  proporcionou um comprimento de racemo máximo registrado foi de 54,18 cm, enquanto, para o sulfato amônio a dose de 60,48  $kg\ ha^{-1}$

proporcionou um comprimento de racemo máximo registrado foi de 54,08 cm. Souza et al. (2010) analisando a produtividade da mamona irrigada com esgoto doméstico tratado na mesma região desse estudo, não registraram efeito significativo sob essa variável na cultura da mamoneira. Importante salientar que o aspecto mais importante da cadeia produtiva da mamona, na ótica dos próprios produtores, é a presença de semente de alta produtividade. Essa tendência pode se justificado pelo incremento de nutrientes contido na água de esgoto durante a condução do experimento (CAPISTRANO, 2007).

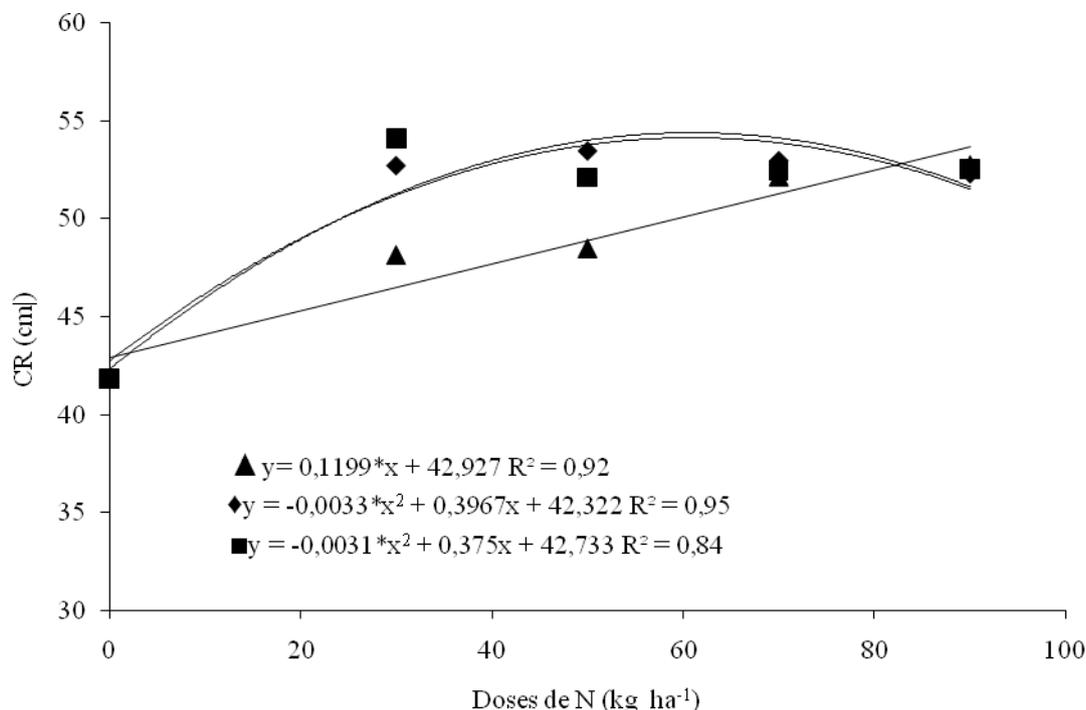


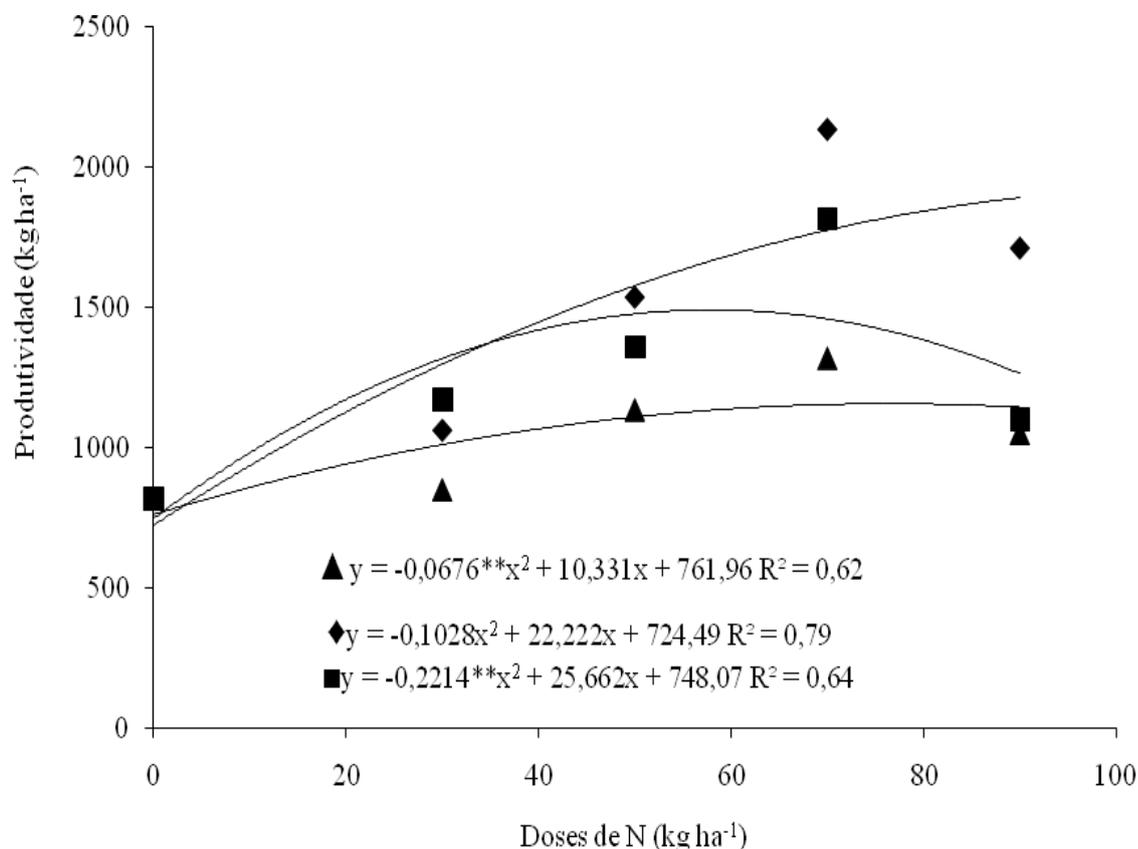
Figura 4. Comprimento de racemo de mamoneira sob diferentes doses de nitrogênio, tendo como fontes (▲) ureia, (◆) nitrato de amônio e (■) sulfato de amônio irrigada com esgoto tratado.

A partir da análise de regressão apresentado na Figura 5, verificou-se que a produtividade da mamoneira em função das diferentes doses e fontes de nitrogênio irrigada com água de esgoto doméstico tratado se justou a um modelo quadrático, com coeficiente de determinações o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou, com  $R^2$  de 0,62 e 0,79 e 0,64, para fonte ureia, nitrato amônio, sulfato de amônio, respectivamente. Para fonte ureia a dose de 76,41 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou uma produtividade máxima de 1156,67 kg ha<sup>-1</sup>, para a fonte sulfato amônio a dose de 57,95 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou uma produtividade máxima de 1491,68 kg ha<sup>-1</sup>, já para a fonte nitrato de amônio a dose de 108,08 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou uma produtividade máxima de 1925,41 kg ha<sup>-1</sup>.

Souza et al. (2010) avaliando a produtividade da mamona irrigada com esgoto

doméstico tratado nas mesmas condições de clima, solo constataram tendências semelhantes dos aspectos produtivos de mamoneira. Cavallet et al. (2006) ao estudarem o efeito da utilização de água residuária no solo em experimentos de campo, observaram melhoria da fertilidade do solo, e um incremento na produção de grãos de milho. Segundo Ribeiro et al. (2009) a aplicação de doses crescentes de N melhoram o desenvolvimento e produção de sementes da mamoneira.

Konig et al. (1997) trabalhando com forrageiras, também observou que as parcelas irrigadas com águas de reuso, obtiveram maior produtividade. Na cultura do algodão herbáceo, Ferreira (2003), estudando os efeitos do reuso de esgoto tratado na irrigação, observou que nas parcelas que receberão água residuárias houve um aumento de 73% na produtividade.



**Figura 5.** Produtividade de mamoneira sob diferentes doses de nitrogênio, tendo como fontes (▲) ureia, (◆) nitrato de amônio e (■) sulfato de amônio irrigada com esgoto tratado.

## CONCLUSÕES

A aplicação de nitrogênio aumenta o número de racemo, número de frutos e o comprimento do racemo da mamoneira aos 120 dias após a semeadura (DAS), independentemente da fonte utilizada.

A aplicação de nitrogênio aumenta a produtividade da cultura da mamona irrigada com água de esgoto doméstico tratado, com a fonte ureia na dose de 76,41 kg ha<sup>-1</sup> (1156,67 kg ha<sup>-1</sup>), na fonte sulfato amônio a dose de 57,95 kg ha<sup>-1</sup> proporciona uma produtividade de 1491,68 kg ha<sup>-1</sup> e para a fonte nitrato de amônio a dose de 108,08 kg ha<sup>-1</sup> evidencia uma produtividade de 1925,41 kg ha<sup>-1</sup>.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e à Companhia de Água e Esgoto do Ceará pelo apoio financeiro para a realização dessa pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BELTRÃO, N.E. de M.; MELO, F. de B.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. Mamona: árvore do conhecimento e sistemas de produção para o semi-árido brasileiro. Campina Grande : EMBRAPA Algodão, 2003. 19 p.. (EMBRAPA Algodão. Circular Técnica, 70).
- BREGA FILHO, D. & MANCUSO, P.C.S. **Conceito de reúso de água**. In: Reúso de água; Capítulo 2. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, São Paulo, 2002.
- CAPISTRANO, I. R. N. **Efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção da mamona irrigada com água e efluente de esgoto tratado**. 2007. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- CAVALLET, L. E.; LUCCHESI, L. A. C., MORAES, A. DE M.; SCHIMIDT, E.; PERONDI, M. A.; DA FONSECA, R. A. Melhoria da fertilidade do solo decorrentes da adição de água residuária da indústria de enzimas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.3, p.724-729, 2006.
- DANTAS JUNIOR, E. E.; CHAVES, L. H. G.; COSTA, F. A. M.; MESQUITA, E. F.; ARAUJO, D. Crescimento de duas cultivares de mamoneira adubadas com potássio, cobre e zinco. **Revista Caatinga**, v.23, n. 4, p.97-107, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.
- FRANÇA, L. V. **Efeitos da fertirrigação nitrogenada no carbono da biomassa microbiana do solo e nos componentes de produção de genótipos de cevada**. 2007. 91f.
- FREITAS, C. A. S. **Respostas de três cultivares de mamona sob cinco níveis de irrigação em Pentecoste-CE**. 2009. 74f. Dissertação ( Mestrado em irrigação e Drenagem ) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- KONIG, A.; CEBALLOS, B.S.O.; SANTOS, A.V.; CAVALCANTE, R.B.; ANDRADE, J. L. S.; TAVARES, J. L. (1997). Uso de esgoto tratado como fonte de água não convencional para irrigação de forrageiras. Anais do 19o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (em CD-ROM).
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo, Editora Nobel, 2002.
- MARINHO, A. B.; MOREIRA, L. G.; VIANA, T. V. A.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; OLIVEIRA, C. W.; AZEVEDO, B. M. influência da fertirrigação da nitrogenada na produtividade da cultura da mamoneira. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.4, n.1, p.31-42, 2010.
- MOSIER, A. & GALLOWAY, J. **Setting the scene – The international nitrogen initiative**. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, Frankfurt, 2005. Proceedings. Paris, International Fertilizer Industry Association, 2005. 10p. CD ROOM.
- NÓBREGA, M. B. DE M.; ANDRADE, F. P.; SANTOS, J. W.; LEITE, E. J. GERMOPLASMA IN: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (ed.) **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2001. cap.11, p.257-280.
- PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. Ed. UNESP. São Paulo, SP, 2008. 407 p.
- NASCIMENTO, A. H. C.; QUEIROZ, A. P.; LIMA, S. O.; CARVALHO, C. M.; FEITOSA, H. O.; OLIVEIRA, A. L. Desenvolvimento da mamoneira com diferentes níveis de calagem em um Latossolo Vermelho-Amarelo compactado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n. 2, p.163-169, 2010.
- YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.91, p.1-5, 2000.
- RIBEIRO, S.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C.; GHEYI, H. R.; LACERDA, R. D. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Ciência Agrônômica**, v.40, n. 4, p.465-473, 2009.
- RICHARDS, L. A. (Ed.) **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160 p. (USDA Agricultural Handbook, 60).
- 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).

SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. A.; FERREIRA, G. B.; CARDOSO, G. D.; GONDIM, T. M. S.; BELTRÃO, N. E. M.; VIRIATO, J. R. **Crescimento e produtividade da mamoneira sob fertilização química em região semi-árida.** Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2005. 20 p. (Boletim de Pesquisas e Desenvolvimento, 62).

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 Agronômica**, v. 38, n. 4, p. 422-429, 2007.

SOUZA, N. C.; MOTA, S. B.; BEZERRA, F. M. L.; AQUINI, B. F.; SANTOS, A. B. Produtividade da mamona irrigada com esgoto doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n.5, p.478-484, 2010.

ZERULLA, W.; BARTH, T.; DRESSEL, J.; ERHARDT, K.; LOCQUENGIEN, K. H. von; PASDA, G.; RÄDLE, M.; WISSEMEIER, A. H. 3,4 Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture: an introduction. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.34, n.1, p.79-84, 2001.