

# REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:  
Investigación, desarrollo y práctica.

## PRODUTIVIDADE DA MAMONA CULTIVAR BRS NORDESTINA FERTILIZADA COM URINA HUMANA NA AGRICULTURA DE PEQUENO PORTE

\*Márcio Pessoa Botto<sup>1</sup>  
Lucas Falcão Muniz<sup>2</sup>  
Boanerges Aquino<sup>3</sup>  
André Bezerra dos Santos<sup>4</sup>

## PRODUCTIVITY OF CASTOR BEAN CULTIVATE BRS NORDESTINA FERTILIZED WITH HUMAN URINE IN SMALL-SCALE AGRICULTURE

Recibido el 19 de julio de 2016; Aceptado el 23 de marzo de 2017

### Abstract

*This research aimed to analyze the performance of castor bean cultivar BRS Nordestina in terms of productivity when fertilized with human urine. The design of the experiment was randomized blocks with five treatments and four replications. The treatments were: T1 - raw water and chemical and organic fertilization, T2 - raw water, lime and urine at the recommended dose, T3 - raw water and urine at the recommended dose; T4 - raw water and 0.5 urine of the recommended dose and T5 - raw water and 1.5 urine of the recommended dose. Concerning plant height and stem diameter, there was no significant difference ( $p > 0.05$ ) when comparing the treatments T1, T2 and T5. Regarding to the thousand seed weight parameter, there was no significant difference when the castor bean was fertilized with chemical or natural (urine) fertilizer. The chemical fertilizer (T1) responded significantly and reached the highest productivity ( $p < 0.05$ ) at the end of the cycle. The results indicated the potentiality of replacement of chemical fertilizer by urine, under the parameters of production here evaluated.*

**Keywords:** yellow water, energy crops, reuse, biofertilizer

<sup>1</sup> Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade de Fortaleza, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará, Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Solos do Centro, Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Brasil.

\* Autor correspondente: Rua Água da Prata, 2991; casa 5, Fortaleza-CE, Brasil, CEP: 60834-414. Email: [marciobotto@yahoo.com](mailto:marciobotto@yahoo.com), [mbotto@unifor.br](mailto:mbotto@unifor.br)

## Resumo

O presente trabalho teve como objetivo analisar o comportamento da cultivar mamona BRS Nordestina em termos de produtividade quando fertilizada com urina humana. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos aplicados foram: T1 - água bruta e adubação química e orgânica; T2 - água bruta, cal e urina na dose recomendada; T3 - água bruta e dose de urina recomendada; T4 - água bruta e metade da dose de urina recomendada; T5 - água bruta e 1.5 da dose de urina recomendada. Com relação às variáveis, altura da planta e diâmetro caulinar, não houve diferença significativa ( $p>0.05$ ) quando se comparou os tratamentos T1, T2 e T5. No que diz respeito ao peso de mil sementes, não foi possível verificar diferença expressiva quando se utilizou adubação química e adubação com urina. A fertilização química (T1) respondeu de forma significativa e atingiu a maior produtividade ( $p<0.05$ ) no fim de ciclo. Os resultados desta pesquisa indicaram a potencialidade de substituição da fertilização química pela urina, avaliada sob a ótica dos parâmetros de produção apreciados.

**Palavras-chave:** águas amarelas, cultura energética, reuso, biofertilizante.

---

## Introdução

Diversos estudos apontam para a potencialidade do uso da urina humana na agricultura, por ser um líquido que contém nitrogênio, fósforo e potássio na forma dissolvida em concentrações razoáveis para atender as demandas nutricionais das culturas fertilizadas (Jönsson *et al.*, 2004; Karak e Bhattacharyya, 2011; Richert *et al.*, 2010).

As principais culturas pesquisadas até então foram: cevada (Rodhe *et al.*, 2004), milho (Kassa *et al.*, 2010), pepino (Heinonen-Tanski *et al.*, 2007), trigo (Ganrot *et al.*, 2007); tomate (Pradhan *et al.*, 2009); beterraba (Pradhan *et al.*, 2010); sorgo (Germer *et al.*, 2011); quiabo (Akpan-Idioka *et al.*, 2012); espinafre (Sene *et al.*, 2012); pimentão (Shrestha *et al.*, 2013).

No Brasil, algumas pesquisas já foram desenvolvidas com o uso da urina da vaca como biofertilizante em culturas alimentícias. Araújo *et al.* (2014) e Vêras *et al.* (2014) pesquisaram a aplicação da urina de vaca no cultivo de plantas de pimentão e de tamarindo, respectivamente.

Porém, poucos são os trabalhos publicados a respeito do uso da urina humana em culturas energéticas. As pesquisas e os projetos até hoje desenvolvidos estão concentrados na Europa, África e Ásia, principalmente na África do Sul, Suécia, Holanda, Alemanha, Áustria, Suíça e China (Wafler e Werner, 2008).

Por sua vez, de acordo com Sallet e Alvim (2012), o uso de biocombustíveis tem aumentado no Brasil ao longo dos últimos anos.

No Brasil, a mamona é uma cultura promissora para o desenvolvimento agrícola sustentável, onde já ocupa destaque no agronegócio brasileiro (Mendes, 2005). Devido à sua baixa demanda hídrica, a mamona possui uma posição de destaque no nordeste brasileiro, concentrando mais de 90% da produção nacional (Vieira e Lima, 1999).

Quanto à sua produção, também existem deficiências. Conforme César e Batalha (2011), os pequenos agricultores não aplicam fertilizantes químicos nas plantações devido ao risco do investimento. Os fertilizantes são imprescindíveis para uma adequada produtividade, visto que a mamona, em sua maioria, está sendo plantada em solos de baixa fertilidade.

Dentre os vários tipos de óleos de sementes, a mamona foi identificada como ideal para promover o desenvolvimento social na região Nordeste do Brasil (Freitas e Fredo, 2005). De acordo com Xavier *et al.* (2009) sua implementação e produção de baixo custo, sua resistência ao estresse hídrico, seu fácil cultivo, além de poder proporcionar ocupação e renda no meio rural, têm demonstrado que o óleo da mamona possui excelentes características que se adequam às condições adversas de clima e solo da região semiárida do Brasil.

O principal objetivo deste estudo foi avaliar a possibilidade de uso da urina como fertilizante natural na produção de cultura energética (Mamona BRS 149 Nordestina), por meio da análise de variáveis de produção.

### **Metodologia**

O experimento foi conduzido em uma área anexa à estação de tratamento de esgotos do município de Aquiraz, na região metropolitana de Fortaleza, Ceará, Brasil, pertencente à Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, cujas coordenadas geográficas de referência são: 3° 54' 05" de Latitude (S), 38° 23' 28" de Longitude (W) e 14.2 m de altitude.

O clima da região é caracterizado, segundo a classificação de Köppen, como sendo do tipo Aw, tropical (inverno seco e verão úmido), clima quente e úmido com chuvas de verão, durante os meses de janeiro a maio. As temperaturas médias mensais estão entre 26 °C e 28 °C e a pluviosidade média anual é 1379.9mm (Brasil, Ministério da Agricultura, 1973; IPECE, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. A área de plantio foi subdividida em quatro blocos medindo 70 m<sup>2</sup> (7 m x 10 m), com espaçamento entre plantas de 1.0 m e espaçamento entre linhas de 2.0 m. Foram reservadas ainda as linhas laterais, as quais serviram como bordaduras. Cada bloco continha 5 linhas de plantio com 7 plantas, onde os tratamentos eram aplicados em um total de 168 plantas na área de plantio. A área total do experimento foi de 336 m<sup>2</sup> (14 m x 24 m) e a área útil, considerando apenas as parcelas, foi de 224 m<sup>2</sup>.

Foram estudados 5 tipos de tratamento: T1 - irrigação com água bruta e adubação de fundação com esterco curtido; T2 - irrigação com água bruta e adubação de fundação e de cobertura (NPKS + esterco curtido); T3 - irrigação com água bruta e dose de urina recomendada; T4 - irrigação com água bruta e metade da dose de urina recomendada; T5 - irrigação com água bruta e 1.5 da dose de urina recomendada.

De posse dos resultados da análise química do solo, realizou-se a recomendação de adubação para a cultura da mamona. No tratamento 1 (T1), utilizaram-se dois tipos de adubos: químico e orgânico. Os valores aplicados para o adubo químico foram os seguintes: 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, correspondendo a 27 g de ureia por cova; 80 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo, representado por 70 g de superfosfato simples, e 60 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, ou seja, 20 g de cloreto de potássio. Quanto ao adubo orgânico, foi aplicado esterco curtido na taxa de 5.0 L por cova.

Com a caracterização físico-química da urina, foi possível calcular o volume de urina a ser aplicado por cova, a partir da demanda nutricional da cultivar, constituindo de 12 g de nitrogênio por planta, ou 60 kg ha<sup>-1</sup>, a mesma adotada para T1.

A partir da concentração de 5638.5 mg N L<sup>-1</sup> e adotando uma perda por volatilização da amônia igual a 25% no momento da aplicação, o volume determinado foi de 2.93 L por planta e arredondado, por conveniência, para 3.0 L por planta em T2 e T3.

A urina foi adicionada ao solo em três parcelas, 1/3 aos 60 dias, 1/3 aos 90 e 1/3 aos 120 dias após o plantio, em cobertura. O que distinguiu os tratamentos foram os volumes, com exceção de T2 e T3, onde foram aplicados os mesmos volumes (3,0 L), diferenciando-se apenas a adição de calcário dolomítico (50 g) em T2. Para T4 e T5, os volumes totais foram: 1.5 e 4.5 litros, respectivamente.

A área cultivada com mamona foi irrigada por gotejamento, sistema selecionado por ser um dos mais utilizados pelos agricultores rurais. Os gotejadores possuíam a vazão de 2.2 L h<sup>-1</sup>. O tempo real de irrigação por turno de rega de um dia foi de aproximadamente 1 hora, definido a partir do estudo de evaporação, tendo como base de dados o tanque classe A instalado no local. As linhas laterais e secundárias foram constituídas de tubos de polietileno com diâmetro de 16 mm e a linha principal de Policloreto de Vinila (PVC) de 50 mm.

Os racemos foram colhidos quando 2/3 dos frutos estavam maduros. Em seguida, foram identificados, separados por tratamento, repetição e ordem, e colocados para completar a secagem no secador do Laboratório de Análises de Sementes do Centro de Ciências Agrárias/UFC, a uma temperatura controlada de 40 °C por um período de 2 dias.

Os dados das variáveis de produção foram coletados aos 150 dias após a semeadura (DAS). Foram determinados, portanto, os seguintes componentes: comprimento do racemo, número de frutos por planta, peso de frutos por planta, peso de mil sementes, produtividade dos grãos e percentual do extrato etéreo (óleo).

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA), pelo teste F a um nível de significância de 1 a 5% e análise de regressão em função do tratamento estudado. Quando verificado efeito significativo na análise da variância, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas pelo Teste Scott e Knott a um nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram efetuadas empregando-se o software SISVAR, versão 5.3 (Build 77), desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

### Resultados

Dentre os cinco tratamentos pesquisados, T5 forneceu a maior média de comprimento do racemo, com valor de 30.98 cm (Tabela 1). Este foi superior ao tratamento controle em 12.2%, o qual alcançou uma média de 27.22 cm. Os outros três tratamentos tiveram médias inferiores, com valores abaixo de 25 cm. Apenas T5 se aproximou do valor do comprimento médio informado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2002), que é de 31 cm para a cultivar “BRS 149 Nordestina”, porém foi bem abaixo dos valores obtidos por Souza *et al.* (2010), de 45 cm, quando foi utilizado efluente tratado em conjunto com adubação química.

Apesar da diferença de 21.19% entre T4 e T2, os tratamentos utilizados não resultaram em alteração significativa para o componente comprimento do racemo ( $p > 0.05$ ). Para este componente, não existe diferença em fertilizar a mamoneira com urina, utilizando doses de 50, 100 e 150%, ou com adubo químico (NPK + micronutrientes).

Por outro lado, verificou-se que as variáveis, número de frutos por planta e peso de frutos por planta, foram susceptíveis às diferenças de tipo de fertilizante e dose (Tabela 1). Os tratamentos 1, 2 e 5 proporcionaram as maiores médias para o número de frutos por planta, diferindo estatisticamente ( $p < 0.05$ ) dos tratamentos 3 e 4. Já para o componente peso de frutos por planta, apenas T4 diferiu dos demais tratamentos. Mesmo com discrepâncias acima de 20% entre T2 e T3, o teste estatístico utilizado não indicou efeito significativo.

Os resultados expressivos ( $p < 0.05$ ) favoráveis ao T2 em comparação com T3 para o componente número de frutos por planta podem ser explicados pela introdução do elemento cálcio, suprimindo sua ausência na urina no momento da aplicação. De acordo com Guariz *et al.* (2012), as mamoneiras quando submetidas à deficiência de cálcio promovem pouco crescimento do sistema radicular, permanecendo com um aspecto raquítico, além de reduzir a biomassa da parte aérea.

**Tabela 1.** Médias de comprimento do racemo, número de frutos por planta e peso de frutos por planta em função dos tratamentos.

Tratamentos	Comprimento do racemo (cm)	Número de frutos por planta (unid)	Peso de frutos por planta (g)
T1 (esterco curtido)	27.22 <sup>a</sup>	33.52 <sup>ab</sup>	69.82 <sup>ab</sup>
T2 (NPKS + esterco curtido)	24.84 <sup>a</sup>	36.53 <sup>ab</sup>	76.68 <sup>ab</sup>
T3 (urina)	22.74 <sup>a</sup>	26.48 <sup>a</sup>	60.78 <sup>ab</sup>
T4 (0,5 de urina)	23.92 <sup>a</sup>	25.37 <sup>a</sup>	41.24 <sup>a</sup>
T5 (1,5 de urina)	30.98 <sup>a</sup>	35.19 <sup>ab</sup>	66.82 <sup>ab</sup>

*Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. Grau de liberdade entre os tratamentos, blocos e resíduos iguais a 4, 3 e 12, respectivamente.*

Além de neutralizar a acidez do solo, a calagem melhora a disponibilidade de outros nutrientes, como o fósforo, e diminui a toxidez de alumínio e manganês.

Durante o crescimento e o desenvolvimento da mamoneira, a dose utilizada em T5 e a adição de cálcio do T2, juntamente com os nutrientes contidos no solo supriram eficientemente às necessidades nutricionais da cultura. Fato evidenciado pelos bons resultados alcançados nestes dois tratamentos para os componentes: comprimento do racemo, número de frutos por planta e peso de frutos por planta todos compatíveis com a literatura.

De forma análoga, diversos trabalhos sobre a potencialidade do uso de adubos orgânicos no cultivo da mamoneira (Costa *et al.*, 2009; Oliveira Filho *et al.*, 2010; Fernandes, 2011) trazem ótimos resultados para variáveis de crescimento e de produção.

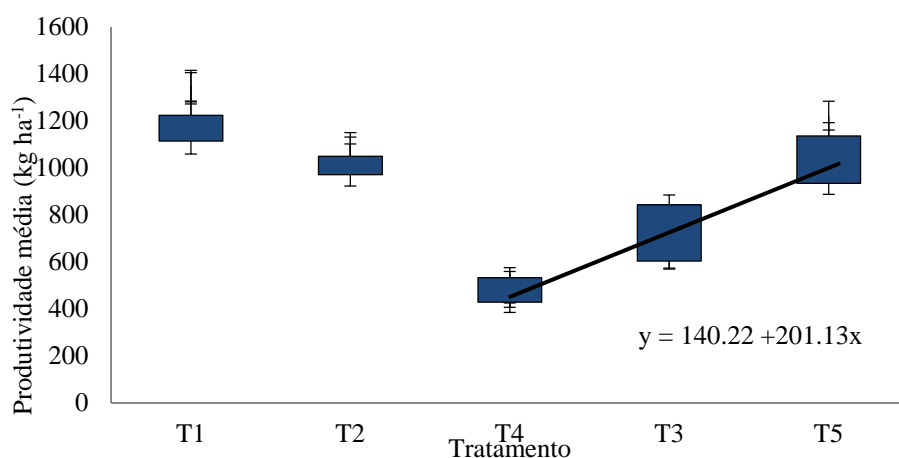
De acordo com Beltrão *et al.* (2007), juntamente com o número de racemos por planta e o número de frutos por racemo, o peso de mil sementes é um dos componentes mais importantes de produção da cultura da mamoneira.

Segundo Amaral (2003), pode-se classificar a peso de mil sementes de mamoneira em três classes: baixa, com valores inferiores a 400 g; média, entre 400 e 500 g e alta, com valores superiores a 500g. Com base nesta classificação, verifica-se que T1 está situado na classe alta, apresentando um peso de mil sementes igual a 502.39 g; T2 classificado como médio, com 487.42 g; T3 situado na classe média, com 484.6 g; T4, classe baixa, com 394.7 g e T5, classe média, mas bem próximo da classe alta, com 496.75 g.

Apenas T4, com média do peso de mil sementes igual a 394.7g, diferiu de forma significativa dos demais tratamentos. Este valor reduzido deve-se ao menor aporte de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio fornecidos às plantas.

Mesmo com resultados discrepantes entre os tratamentos T1, T2, T3 e T5, estes não representaram efeitos expressivos, podendo-se inferir que o peso de sementes é o mesmo quando se utiliza adubação química e adubação com urina.

Quanto à produtividade, os resultados dos tratamentos foram muito discrepantes (Figura 1). Acredita-se que isto tenha ocorrido devido ao sinergismo de diferentes componentes: peso de frutos por planta, número de racemos por planta e número de frutos por racemo, que em escala cumulativa, possuíram consequências diretas na produtividade.



**Figura 1.** Produtividades médias das sementes da mamona em função do tratamento aplicado

As produtividades médias das sementes da mamona foram as seguintes: 1270.9; 1048.5; 671.8; 477.8 e 1081.2 kg ha<sup>-1</sup>, o que representa diferenças relativas entre o tratamento controle (1270.9 kg ha<sup>-1</sup>) e os demais de: 17.5; 47.1; 62.4 e 14.9%, respectivamente para T2; T3; T4 e T5.

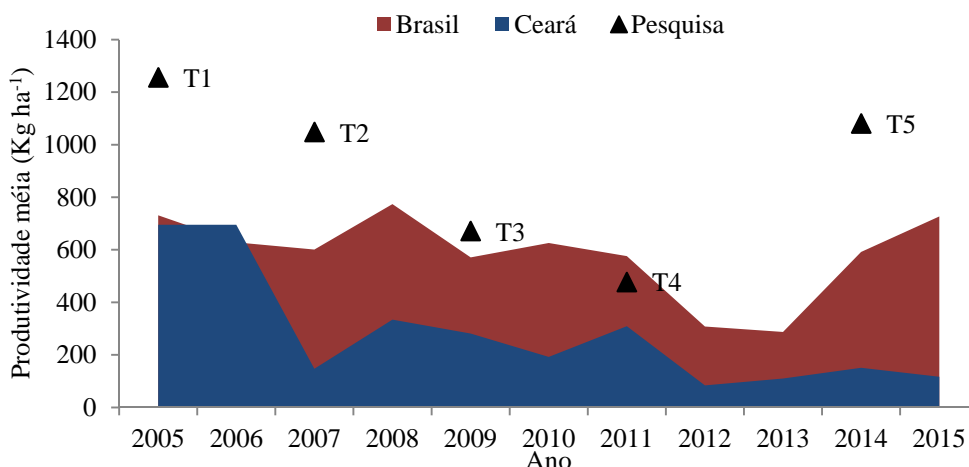
A partir da Figura 1, verifica-se que a produtividade se comportou de forma linear quando se incorporou 50% a mais de urina, com um coeficiente (R<sup>2</sup>) igual a 0.959, obedecendo à equação  $y = 140.22 + 201.13x$ , onde “x” representa o volume da urina aplicada (T4 = 1.5 L; T3 = 3.0 L; T5 = 4.5 L) e “y” a produtividade média das sementes de mamona. Vale destacar, que este gráfico foi elaborado invertendo a sequência de T3 e T4 a fim de determinar a curva de regressão da produtividade com o acréscimo de 50% do volume de urina (T4 - 50%; T3 - 100% e T5 - 150%).

Apenas T2 e T5 não diferiram estatisticamente entre si. Já a fertilização química respondeu de forma significativa e atingiu a maior média (1270.9 kg ha<sup>-1</sup>). Todavia, e com resultados já esperados, T4 alcançou a menor produtividade (477.8 kg ha<sup>-1</sup>), diferindo dos demais tratamentos. Logo, a produtividade da semente variou conforme o tipo de adubação (química ou urina) e quanto ao volume de urina aplicado.

Os resultados desta pesquisa ficaram abaixo das produtividades encontradas na literatura existente. Nascimento *et al.* (2011) alcançaram produtividades de 0.98 a 2.8 t ha<sup>-1</sup> aplicando lodo de esgoto na concentração de 0 a 60 t ha<sup>-1</sup>.

Por outro lado, e guardada as devidas proporcionalidades quanto ao manejo da colheita, do beneficiamento e do local de plantio, os resultados alcançados nos tratamentos com urina foram maiores do que as produtividades do estado do Ceará e do Brasil, tomando como base de comparação os anos de 2005 a 2015.

Com exceção de T3 e T4, todos os demais tratamentos responderam com uma produtividade acima de 25% da produção do Brasil, conforme verificado na Figura 2. O tratamento em que se utilizou 150% de urina foi 28,4% superior à maior produtividade brasileira ocorrida em 2008 (774 kg ha<sup>-1</sup>).



**Figura 2.** Produtividades médias da mamona no Brasil e no Ceará entre os anos de 2005 a 2015 em comparação com as produtividades média por tratamento obtidas nesta pesquisa. (Fonte: Dados próprios e banco de dados SIDRA IBGE)

Observa-se, claramente, pela Figura 2, que em 2007 a produtividade no estado do Ceará decresceu subitamente, se manteve estável até 2010 e, novamente, apresentou uma queda acentuada a partir de 2011. César e Batalha (2011) afirmam que a introdução do óleo da mamona como matéria prima para produção do biodiesel estimulou os agricultores rurais a investirem nesta cultura, gerando o aumento registrado em 2005.

No entanto, após o primeiro ano do programa, ainda não havia uma linha de investimento definida, nem mesmo um acordo a respeito de valores financeiros entre os agricultores e as



empresas de biodiesel, acarretando em um acúmulo de óleo no mercado de 2006. Os baixos preços pagos pela saca da semente de mamona aos agricultores levaram à inevitável redução da produtividade nos anos subsequentes.

Por acreditarem que a mamona podia ser cultivada em solos pobres com deficiência de nutrientes, os agricultores, devido ao elevado risco com o investimento, não utilizam fertilizantes no cultivo da mamoneira. A consequência direta para tal prática é a redução de sua produtividade, conforme observado a partir do ano de 2006 (César e Batalha, 2011).

Outro aspecto importante mencionado por Nascimento *et al.* (2011) é o alto custo dos fertilizantes químicos, consequência da alta demanda de energia para a sua produção, o que realmente inviabiliza a aplicação destes pelos pequenos agricultores.

Quanto ao teor de óleo, em todos os tratamentos foi verificado um alto percentual de óleo, com valores de 55.93; 53.63; 55.49; 54.21 e 55.41%, para T1; T2; T3; T4 e T5, respectivamente.

A mamoneira respondeu de forma equivalente aos tratamentos empregados, indicando que o teor de óleo das sementes não sofreu efeito expressivo ( $p>0.05$ ), quanto ao tipo de adubação e nem quanto ao volume de urina aportado na cultura.

Verifica-se, desta forma, que a urina proporcionou produtividades equivalentes à fertilização química, sem comprometer a qualidade do óleo, no que diz respeito ao percentual de teor deste produto das sementes.

Em diversas pesquisas já foi demonstrado o benefício do reuso de efluentes domésticos na produção de mamona, principalmente como incentivo a mais para implementação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Considerando os altos preços dos fertilizantes, a inexistência de sistemas de coleta e tratamento de esgotos em zonas rurais e os resultados aqui demonstrados, a urina humana configura mais uma alternativa como fertilizante natural eficaz, de imediata aplicação e adequada à realidade dos pequenos agricultores rurais.

O biodiesel classificado como uma fonte de energia sustentável obtido a partir do cultivo de oleaginosas fertilizadas com urina vem a contribuir para mitigar a depleção dos recursos naturais, reduzindo a eutrofização da água e os impactos provocados sobre o meio ambiente, pela produção e consumo de energia.

Esta pesquisa indicou a potencialidade de substituição da fertilização química pela urina, avaliada sob a ótica dos parâmetros de produção apreciados. Contudo, uma avaliação desta prática a longo prazo nas propriedades físicas e químicas do solo deve ser realizada.

## Conclusões

Quanto à produtividade da mamona, a partir do uso de fertilizante químico e natural (urina), os resultados dos tratamentos foram discrepantes. A fertilização química respondeu de forma significativa e atingiu a maior média ( $p < 0.05$ ) no fim do ciclo. Verificou-se, ainda, que quanto maior a taxa de urina aplicada, melhor foi a resposta de produtividade, considerando a dose máxima aplicada de 1.5 vezes. Quanto ao teor de óleo da semente, em todos os tratamentos foi verificado um alto percentual, sem apresentar diferenças significativas entre os tratamentos avaliados.

## Agradecimientos

Os autores agradecem ao Laboratório de Saneamento (Labosan), ao CNPq (Projeto 560014/2008-0) e à CAGECE pelo apoio financeiro

## Referências bibliográficas

- Akpan-Idioka, A. U., Udob, I. A., Braidec, E. I. (2012) The use of human urine as an organic fertilizer in the production of okra (*Abelmoschus esculentus*) in South Eastern Nigeria. *Resources, Conservation and Recycling*, **62**, 14-20.
- Amaral, J. G. C. (2003) *Variabilidade genética para características agrônômicas entre progênes autofecundadas de mamona (Ricinus communis L.) cv. AL Guarany 2002*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 59 pp.
- Araújo, D. L. de, Vêras, M. L. M., Alves, L. de S., Andrade, A. de F., Andrade, R. (2014) Efeito de fertilizante à base de urina de vaca e substratos em plantas de pimentão. *Terceiro Incluído*, **4**(2), 173-185. doi 10.5216/teri.v4i2.35270.
- Beltrão, N. E. De M., Azevedo, D. M. P. de, Lima, R. L. S., Queiroz, W. N., Queiroz, W. C. (2007) Ecofisiologia. In: Azevedo, D. M. P. de; Beltrão, N. E. De M. (Ed.). *O agronegócio da mamona no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica. 45-72.
- Brasil, Ministério da Agricultura. (1973) *Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará*. Rio de Janeiro: MAPA/SUDENE, 1, 301 (Boletim Técnico, 28).
- César, A. S., Batalha, M. (2011) O. Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality. *Energy Policy*, **38**(8), 4031–4039.
- Costa, F. X., Beltrão, N. E. M., Lima, V. L. A. (2009) Nunes Júnior, E. S.; 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*, **6**(1), 259-268.
- Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2002) *BRS – 149 Nordestina*. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1 folder.
- Fernandes, L. B. (2011) *Utilização da torta de mamona na adubação da cultura da mamona*. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN.
- Freitas, S. M., Fredo, C. E. (2005) *Biodiesel a base de óleo de mamona: algumas considerações*. *Informações Econômicas*, **35**(1), 37–42.
- Ganrot, Z., Dave, G., Nilsson, E., Li, B. (2007) Plant availability of nutrients recovered as solids from human urine tested in climate chamber on *Triticum aestivum* L. *Bioresource Technology*, **98**(16), 3122–3129.

- Germer, J., Addaib, S., Sauerborn, J. (2011) Response of grain sorghum to fertilisation with human urine. *Field Crops Research*, **122**(3), 234-241.
- Guariz, H., Picoli, M., Campanharo, W., Sperandio, H. (2012) Descrição sintomatológica de deficiência nutricional na mamona durante seu desenvolvimento inicial. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, **7**(2), 07-12.
- Heinonen-Tanski, H., Sjöblom, A., Fabritius, H., Karinen, P. (2007) Pure human urine is a good fertiliser for cucumbers. *Bioresource Technology*, **98**(1), 214–217.
- IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2013) *Perfil Básico Municipal – Aquiraz*. Secretaria de Planejamento e Gestão – Governo do Estado do Ceará. Acesso em: 10 de fevereiro de 2016. Disponível em: [http://www.ipece.ce.gov.br/perfil\\_basico\\_municipal/2013/Aquiraz.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2013/Aquiraz.pdf)
- Jönsson H, Stintzing A.R., Vinnerås, B., Salomon, E. (2004) *Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production*, EcoSanRes Publication Series Report 2004-2, Stockholm Environment Institute, Sweden.
- Karak, T., Bhattacharyya, P. (2011) Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture: A flight of fancy or an achievable reality. *Resource Conservation Recycling*, **55**(4), 400 – 408.
- Kassa, K., Meininger, F., Zewdie, W. (2010) Experiences from the use of urine in Arba Minch, Ethiopia. *EcoSan Club, Sustainable Sanitation Practice Journals*, **3**, 12-17. Acesso em: 27 de setembro de 2012. Disponível em: <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1033>
- Mendes, R. de A. (2005) *Diagnóstico, análise de governança e proposição de gestão para a cadeia produtiva do biodiesel da mamona (CP/BDMA): o caso do Ceará*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza, Ceará, 159pp.
- Nascimento, A.L., Sampaio, R.A., Brandão, D. Da S., Zuba, G.R., Fernandes, L.A. (2011) Crescimento e Produtividade de Sementes de Mamona Tratada com Lodo de Esgoto. *Revista Caatinga*, **24**(4), 145-151.
- Oliveira Filho, A.F., Oliveira, F. De A., Medeiros, J.F., Mesquita, T.O., Zonta, E. (2010) Crescimento de cultivares de mamoneira sob doses de torta de mamona. *Revista Verde*, **5**(5), 18-24.
- Pradhan S.K., Holopainen J.K., Heinonen-Tanski H. (2009) Stored Human Urine Supplemented with Wood Ash as Fertilizer in Tomato (*Solanum lycopersicum*) Cultivation and Its Impacts on Fruit Yield and Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **57**(16), 7612–7617.
- Pradhan, S. K., Holopainen, J. K., Weisell, J., Heinonen-Tanski, H. (2010) Human Urine and Wood Ash as Plant Nutrients for Red Beet (*Beta vulgaris*) Cultivation: impacts on Yield Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**(3), 2034 – 2039.
- Richert, A., Gensch, R., Joensson, H., Stenstroem, T.A., Dagerskog, L. (2010) *Practical Guidance on the Use of Urine in Crop Production*. Stockholm: Stockholm Environment Institute (SEI). Disponível em: [http://www.ecosanres.org/pdf\\_files/ESR2010-1-PracticalGuidanceOnTheUseOfUrineInCropProduction.pdf](http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR2010-1-PracticalGuidanceOnTheUseOfUrineInCropProduction.pdf). Acesso em: 10 de out. 2011.
- Rodhe, L., Stintzing, A.R., Steineck, S. (2004) Ammonia emissions after application of human urine to a clay soil for barley growth. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **68**(2), 191–198.
- Sallet, C., Alvim, A. Biocombustíveis: uma análise da evolução do biodiesel no Brasil. (2012) *Revista Economia & Tecnologia*, **25**(7), 1-13.
- Sene, M., Hijikata, N., Ushijima, K., Funamizu, N. (2012) Adequate human urine application pattern for agriculture. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, **2**(1), 38-45.
- Shrestha, D., Srivastava, A., Man Shakya, S., Khadka, J., Sharma Acharya, B. (2013) Use of compost supplemented human urine in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) production. *Scientia Horticulturae*, **153**, 8–12. doi 10.1016/j.scienta.2013.01.022
- Souza, N. C., Mota, S. B., Bezerra, F.M.L., Aquino, B.F., dos Santos, A.B. (2010) Produtividade da mamona irrigada com esgoto doméstico tratado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, **14**(5), 478–484.

- Vieira, R.M., Lima, E.F. (1999) Importância socioeconômica e melhoramento genético da mamoneira no Brasil. In Queiroz, M.A. de; Goedert, C.O.; Ramos, S.R.R. (Ed.). *Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro*. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/mamona.pdf>
- Véras, M.L.M., Araújo, D.L. de, Alves, L. de S., Andrade, A. de F., Andrade, R. (2014) Combinações de substratos e urina de vaca no crescimento do tamarindo. *Terceiro Incluído*, **4**(2), 197-208. doi 10.5216/teri.v4i2.35276.
- Wafler, M., Werner, C. (2008) Ecosan Project Experiences in German Development Cooperation – Examples, Obstacles and Opportunities, *International Water Association (IWA) 8th Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems and 2nd Specialized Conference on Decentralized Water and Wastewater International Networks*, Coimbatore, India.
- Xavier, J.F., Azevedo, C.A.V., Beltrão, N.E.M., Andrade, A.R.S., Lima, V.L.A. (2009) Crescimento da mamoneira sob diferentes tipos de águas residuárias e níveis de água no solo. *Revista Ambiente & Água*, **4**(3), 196-210.