



## CULTIVO DA MAMONEIRA IRRIGADA COM PERCOLADO DE ATERRO SANITÁRIO EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS

J. A. Filho<sup>1</sup>; N. da S. Dias<sup>2</sup>; J. A. S. Júnior<sup>3</sup>; R. O. Batista<sup>4</sup>;  
L. V. Nascimento<sup>5</sup>; A. L. L. Ferreira<sup>6</sup>.

**RESUMO:** O aumento do consumo per capita de bens, produtos e alimentos têm provocado o incremento na produção de resíduos sólidos urbanos e, conseqüentemente na produção de percolato. Por isso, técnicas de tratamento ou aproveitamento deste resíduo líquido devem ser aperfeiçoadas no sentido de minimizar seus impactos ambientais. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de diluições de percolato de aterros sanitários no crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L., cv. Energia). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em que foi testada a aplicação, via irrigação, de diluições de percolato (água de abastecimento + adubação mineral do solo – controle e, as diluições de 20, 40, 60 e 80% de percolato em água de abastecimento) com cinco tratamentos e quatro repetições em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico. As variáveis de crescimento altura de planta, diâmetro de caule e número de folhas foram influenciadas de forma significativa pelas diluições do líquido percolato em água de irrigação, apresentando melhor desempenho com a diluição de 20%. Os valores de biomassa da planta não foram influenciados pelas diluições de percolato.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduo líquido, reuso, sustentabilidade.

## CASTORBEAN CROP IRRIGATED WITH LEACHADE FROM WASTE DUMP IN SEMI ARID ZONE

<sup>1</sup>Professor Doutor do IFRN, Mossoró/RN. E-mail: jeronimoandrade@hotmail.com.

<sup>2</sup>Professor Doutor do Centro de Ciências Agrárias, UFERSA, Mossoró/RN. E-mail: nildo@ufersa.edu.br.

<sup>3</sup>Professor Doutor, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife/PE. E-mail: eng.amiltonjr@hotmail.com.

<sup>4</sup>Professor Doutor do Centro de Ciências Agrárias, UFERSA, Mossoró/RN. E-mail: rafaelbatista@ufersa.edu.br.

<sup>5</sup>Graduando em Agronomia, UFERSA, Mossoró/RN. E-mail: lvitornascimento@gmail.com.

<sup>6</sup>Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP. E-mail: luizaferreira@usp.br.

**ABSTRACT:** Increasing consumption of goods (products and food) *per capita* has caused an increment in production of urban solids residues and, therefore, in leachate (slurry) production. That is why treatment techniques or appropriate use of this liquid residue must be enhanced in a way that aims reduce its impacts on environment. The purpose of this study was to evaluate the effects of dilutions of leachate from waste dumps on growth of Castorbean plants (*Rucinus communis* L. cv. Energia). Randomized block experimental design was used to test application of dilutions of leachate via irrigation (tap water + soil fertilization – control and, tap water blended with 20, 40, 60% and 80% of leachate) with five treatments and four replications in an Acrisol. Variables of growth, plant height, stems diameter, and amount of leaves had significant variation with different dilutions, presenting treatment tap water blended with 20% leachate as the best performance.

**KEYWORDS:** liquid residue, reuse, sustainability.

## INTRODUÇÃO

Segundo pesquisa do Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, realizada em 2014, a geração total de resíduos sólidos urbanos foi de 78,6 milhões de toneladas e representa um aumento de 2,9% (ABRELPE, 2014). O aumento da produção desses resíduos impacta diretamente a produção de percolato. O percolato de aterro sanitário é um líquido de coloração escura, altamente poluidor, comumente denominado chorume, gerado a partir da biodegradação dos resíduos sólidos (CARVALHO et al., 2006).

Em termos de composição, o percolato de aterros sanitários apresenta uma grande variação, a qual depende, principalmente, das características qualitativas dos resíduos depositados no interior do aterro e da sua idade (CERCENA et al., 2011).

Com relação ao seu potencial poluidor, o percolato, quando depositado inadequadamente, provoca a contaminação das águas e pode acarretar em endemias ou intoxicações, se houver a presença de organismos patogênicos e substâncias tóxicas em níveis acima do permissível, principalmente no que se refere aos metais pesados (MAUS, 2009).

Um método alternativo aos aterros sanitários para desposição e tratamento do percolato é utilizá-lo como fonte de água e/ou nutrientes em cultivos agrícolas. Deste modo, o percolato pode

ser utilizado na fertirrigação e, ainda, como matéria-prima para compostagem orgânica (LO MONACO et al., 2009).

Dentre as culturas mais utilizadas em estudos que envolvem a aplicação do percolado destacam-se as gramíneas e oleaginosas. A mamona é uma dicotiledônea oleaginosa pertencente à família Euphorbiaceae que pode atingir até 3 m de altura. Por ser menos exigente em água que outras oleaginosas, o cultivo ganha importância na região Nordeste do Brasil (MONTEIRO, 2007).

Neste contexto, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de diluições de percolado de aterro sanitário, como fonte hídrica e nutricional, nas características morfométricas da mamona (*Ricinus communis* L., cv. Energia).

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em condições de campo na área experimental de Reuso de Água da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em Mossoró – RN (5° 11' 31'' de latitude sul, 37° 20'40'' de longitude oeste e altitude média de 18 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw<sup>h</sup>, com médias anuais de precipitação de 673,9 mm; de temperatura média de 27 °C de umidade relativa do ar média de 68,9%; e de insolação média diária de 7,83 h.

O experimento foi realizado durante o período de setembro de 2014 a janeiro de 2015. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com 4 repetições, totalizando 20 parcelas experimentais, sendo cada uma com área de 24 m<sup>2</sup> (4,0 x 6,0 m).

As plantas de mamona (*Ricinus Communis* L., cv. Energia) foram fertirrigadas com percolado de aterro sanitário diluído com água de abastecimento em diferentes proporções (T<sub>1</sub> = água de abastecimento + adubação mineral do solo, T<sub>2</sub> = 20%, T<sub>3</sub> = 40%, T<sub>4</sub> = 60% e T<sub>5</sub> = 80% de percolado).

Para a adubação de fundação foi utilizada a fórmula 6-24-12, com a aplicação de 17,5 g de adubo por cova. Enquanto a adubação de cobertura foi procedida com aplicação de N (nitrogênio) e K (potássio), elementos mais exigidos pela mamona, nas quantidades de 35 e 20 kg ha<sup>-1</sup>, aplicados na forma de Sulfato de Amônia e Cloreto de Potássio, respectivamente.

Adotou-se a irrigação por gotejamento, através de fitas gotejadoras (16 mm de diâmetro) com emissores espaçados a cada 0,30 m e com vazão média de 1,65 L h<sup>-1</sup>. O manejo da irrigação baseou-se no produto entre a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e o e o respectivo coeficiente de cultura

(Kc), tendo sido adotado turno de rega diário. Em suma, as regas estenderam-se até aos 100 dias após o semeio (DAS) e aplicou-se, no total, 638,1 mm.

Utilizou-se adubação mineral apenas no tratamento testemunha, de modo que aplicou-se, em fundação, a fórmula 6-24-12, com a aplicação de 17,5 g de adubo por cova. Em cobertura, aplicou-se N (nitrogênio) e K (potássio), nas quantidades de 35 e 20 kg ha<sup>-1</sup>, aplicados na forma de Sulfato de Amônia e Cloreto de Potássio, respectivamente.

Aos 30, 60, 90 e 120 DAS mensurou-se a altura da planta (AP) – do colo da planta até a bifurcação da última folha; o diâmetro do caule (DC) – sempre à 5 cm em relação à superfície do solo; o número de folhas (NF) – aquelas com nervura central maior que 3 cm, sadias e fotossinteticamente ativas e a área foliar (AF), conforme metodologia de Severino et al., 2004. Aos 90 e 120 DAS contabilizou-se o número de cachos, o número de bagas, a massa dos cachos e o peso dos grãos da mamoneira.

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância mediante aplicação do teste F. Realizou-se a comparação entre a testemunha e as soluções à base de percolado de resíduos sólidos urbanos mediante contrastes ortogonais e, também, todos os tratamentos mediante teste de médias (Tukey). Todas as análises foram efetuadas em nível de 0,05 de probabilidade com auxílio de um programa estatístico (FERREIRA, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados referentes à análise de variância dos parâmetros altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar da mamoneira estão dispostos na Tabela 1, onde pode ser observado o efeito significativo da aplicação dos percentuais de percolado sobre esses parâmetros de crescimento.

Na Figura 1A, observam-se os valores médios de altura da planta, ao longo dos 120 dias de cultivo, os quais foram crescentes mesmo após a suspensão da irrigação aos 100 DAS.

Percebe-se ainda que o T<sub>1</sub> apresenta o melhor desempenho até os 90 DAS, sendo superado pelo T<sub>4</sub> a partir desse ponto. Este comportamento evidencia que ao longo do tempo o percentual de percolado fornecido supre e supera, em termos de suporte nutricional, o manejo tradicional aplicado à mamona através da adubação mineral. O motivo dessa resposta tardia pode estar ligado ao período requerido para mineralização da matéria orgânica fornecida à planta através do percolado.

O T<sub>5</sub> apresentou, desde o início do cultivo, os menores valores médios de altura da planta. O desempenho inferior do T<sub>5</sub> demonstra que na aplicação de 80% o potencial tóxico do percolado supera sua capacidade nutricional (Figura 1A).

Quando analisada a resposta do parâmetro altura da planta em função dos percentuais de percolado, disposta na Figura 1B, percebe-se um decréscimo das médias ao se comparar T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> ao longo do período, demonstrando um aporte nutricional insuficiente fornecido pela aplicação de 20% de percolado (T<sub>2</sub>). A partir do T<sub>3</sub> os valores estimados de altura de plantas tendem a crescer atingindo valor máximo de 84,54 cm aos 120 DAS com o T<sub>4</sub>.

Com relação ao parâmetro diâmetro do caule e seu desempenho em função do tempo (Figura 1C), pode-se verificar que, aos 30 DAS, os valores médios apresentados pelos tratamentos encontram-se em patamares bastante próximos, com a maior média alcançada no T<sub>1</sub> (7,94 mm) e a menor no T<sub>5</sub> (6,16 mm).

O T<sub>1</sub> manteve as maiores médias de diâmetro do caule aos 60 e 90 DAS, sendo ultrapassado pelo T<sub>4</sub> aos 120 DAS, demonstrando que este último atende de forma satisfatória às necessidades da mamoneira quando comparada como os demais tratamentos (Figura 1C).

Observando-se o diâmetro de caule em função das doses de percolado (Figura 1D), confere-se que há uma diminuição dos valores estimados de DC quando comparados T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, certamente em função da insuficiência nutricional do T<sub>2</sub>. Os valores estimados de DC atingem o ponto máximo no T<sub>4</sub>, corroborando com o que ocorreu com o parâmetro altura da planta.

Na análise do número de folhas ocorreu o mesmo que nas discussões anteriores, em que T<sub>1</sub> apresentou as maiores médias aos 30 DAS, mantendo esta característica até os 90 DAS e a partir deste ponto é ultrapassado pelo T<sub>4</sub> que apresenta o maior valor estimado aos 120 DAS (32,54 unidades). Acompanhando o comportamento dos parâmetros anteriores, o número de folhas no tratamento T<sub>5</sub> apresentou o menor valor aos 120 DAS, estimado em 20,08 unidades.

Em estudo sobre a produtividade da mamoneira irrigada com diluições de esgoto doméstico tratado, Ribeiro et al. (2012) observaram que para todos os tratamentos analisados o número de folhas atingiu seu valor máximo aos 121 DAS declinado após este período. Os autores atribuíram a causa ao provável processo de senescência.

A relação entre número de folhas e os percentuais de percolado demonstra que o T<sub>4</sub> apresentou melhor desempenho ao longo do tempo de análise. O T<sub>2</sub>, assim como ocorreu nos parâmetros anteriores, apresentou decréscimo em relação ao T<sub>1</sub> (Figura 1F).

O comportamento do parâmetro área foliar em função dos DAS apresentou resultados diferentes daqueles obtidos para os parâmetros de crescimento avaliados anteriormente (Figura 1G). Nota-se que aos 30 DAS os melhores resultados foram obtidos com o T<sub>5</sub> (3,70 m<sup>2</sup>), enquanto o T<sub>1</sub> conferiu o menor valor de área foliar para este mesmo período (1,61 m<sup>2</sup>). Porém, aos 120 DAS, o T<sub>2</sub> apresentou maior valor estimado, com 6,99 m<sup>2</sup> de área foliar.

A Figura 1H demonstra a resposta da área foliar em função dos percentuais de percolado. Comparando T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, percebe-se que os valores médios de área foliar para estes tratamentos apresentam incremento em todas as avaliações ao longo do período, exceto aos 90 DAS para T<sub>1</sub>. Por outro lado, na avaliação realizada aos 60 DAS, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> foram os tratamentos que garantiram maiores valores médios de área foliar. Neste experimento as médias estimadas de área foliar para a mamoneira aos 90 e 120 DAS foram de 4,72 e 5,12 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Outros estudos, visando avaliar os parâmetros de crescimento e produção da mamoneira, chegaram a resultados diferentes daqueles evidenciados nesta pesquisa. Nascimento et al. (2006) desenvolveram pesquisa com a mamoneira submetida a tratamentos com biossólidos e irrigada com água residuária e observaram que a altura da planta alcançou o maior valor no maior nível de aplicação do biossólido (150 kg ha<sup>-1</sup>) e irrigação com a água residuária.

Analogamente, Rodrigues et al. (2009) avaliaram o crescimento e produção da mamoneira irrigada com água residuária doméstica e constataram que a resposta do número de folhas da mamoneira à aplicação dos tratamentos foi crescente. Essa diferença nos resultados obtidos pode estar associada ao menor potencial tóxico da água residuária doméstica quando comparado ao percolado de aterro sanitário.

Andrade Filho (2010), em sua pesquisa utilizando efluente doméstico tratado, afirma que os teores de sódio (33 mg L<sup>-1</sup>) e a relação de adsorção de sódio (7,02 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>) presentes no efluente podem ter afetado negativamente o desenvolvimento das plantas. Para o percolado utilizado nesta pesquisa os valores acima citados foram muito superiores, 99,45 mg L<sup>-1</sup> e 18 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, respectivamente.

## CONCLUSÕES

O crescimento da mamoneira aumentou linearmente com o incremento das doses do percolado na água de irrigação, tendo como melhor desempenho na aplicação de 60% de percolado.

## BIBLIOGRAFIA

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – Abrelpe. Panorama de resíduos sólidos no Brasil 2014. São Paulo: ABRELPE, 2014. 112p.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v.22, p. 711–728, 2013.

ANDRADE FILHO, J. Fertirrigação do algodoeiro com efluente doméstico tratado. Mossoró: UFERSA, 2010, 77p. Dissertação de Mestrado.

CARVALHO, A.L de; MATOS, A.T de; HAMAKAWA, P.J; AZEVEDO, R.F de. Produção de percolado por resíduos sólidos urbanos de diferentes idades, na presença de resíduos da construção civil e sob recirculação. Revista Engenharia na Agricultura, v.14, p.131-138, 2006.

CERCENA, W.; QUADROS, K.M.; PELISER, D.; MENEZES, J.C.S.S. Tratamento do chorume de aterro de resíduos sólidos urbanos e industriais: avaliação de desempenho de dois coagulantes e processos biológicos na remoção da carga orgânica e metais. In: 26º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Santa Catarina, 2011. Anais... Santa Catarina: ABES, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006.412p.

FERREIRA, D.F. Manual do sistema sisvar para análises estatísticas. Departamento de ciências exatas. Minas Gerais: UFLA, 2011.

LO MONACO, P.A.; MATOS, A.; MARTINEZ, H.E.P.; FERREIRA, P.A.; RAMOS, M.M. Características químicas do solo após a fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos. Irriga, v.14, p.348-364, 2009.

MAUS, V.W.; COSTA, A.B; RIGHES, A.A. Tratamento do lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbanos por processo fenton. Revista Tecno-lógica, v.13, p.52-59, 2009.

MONTEIRO, J.M.G. Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semiárido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. 302p. Tese Doutorado.

NASCIMENTO, M.B.H.; LIMA, V.L.A.; BELTRÃO, N.E.M.; SOUZA, A.P.; FIGUEIRÊDO, I.C.M.; LIMA, M.M. Uso de bio sólido e de água residuária no crescimento e desenvolvimento da mamona. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v.10, p.1001-1007, 2006.

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.

RIBEIRO, M.C. de F.; ROCHA, F.A.; SANTOS, A.C. dos; SILVA, J.O. da; PEIXOTO, M. de F.S.P.; PAZ, V.P. da S. Crescimento e produtividade da mamoneira irrigada com diferentes diluições de esgoto doméstico tratado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.6, p.639-646, 2012.

RODRIGUES, L.N.; NERY, A.R.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E.M.; GHEYI, H.R. Crescimento e produção de bagas da mamoneira irrigada com água residuária doméstica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: Agriambi*, v. 13, p.825-835, 2009.

SILVA, M.M. da. Irrigação com efluentes secundários no crescimento, produtividade e concentração de nutrientes no solo e na mamoneira. Campina Grande. UFCG, 2010. 77f. Tese Doutorado.

**Tabela 1.** Resumo da ANOVA para altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar em diferentes épocas do ciclo da mamoneira irrigada com percolado de aterro sanitário.

Causa de variação	GL	Teste F			
		AP	DC	NF	AF
%Percolado (S)	4	**	**	**	**
Reg. Linear	1	**	**	**	**
DAS (D)	3	**	**	**	**
Reg. Linear	1	**	**	**	**
Interação S x D	12	**	**	**	**
Bloco	3	ns	ns	ns	ns
Resíduo	57	16,797	0,826	6,100	0,061
CV(%)		8,15	8,12	16,58	6,50

%Percolado – Percentual de percolado de aterro . DAS – Dias após o semeio. AP – Altura da planta. DC – Diâmetro do caule. NF – Número de folhas. AF – Área foliar. GL – Grau de liberdade. CV – Coeficiente de variação. \*\* significativo a 0,01 de probabilidade.

<sup>ns</sup> não significativo.



**Figura 1.** Desdobramento da interação entre o percentual de percolado de aterro sanitário diluído na água de irrigação vs dias após o semeio para a altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar da mamoneira.

