

**Revista ACSA:**

<http://www.cstr.ufcg.edu.br/acsa>

**Revista ACSA - OJS:**

<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>

**Michelle Cordeiro Firmino<sup>1\*</sup>**

**Maria Sallydelândia Sobral de Farias<sup>2</sup>**

**Silvana Silva de Medeiros<sup>3</sup>**

**Hugo Orlando Carvalho Guerra<sup>4</sup>**

**Jean Pereira Guimarães<sup>5</sup>**

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 08/04/15. Aprovado em 12/05/2015.

<sup>1</sup>Engenheira Agrícola, M.Sc. em Irrigação e Drenagem, UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, e-mail: [mi.ufcg@gmail.com](mailto:mi.ufcg@gmail.com)

<sup>2</sup>Engenheira Agrícola, Professora D. Sc. UAEAg/CTRN, UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, e-mail: [sallyfarias@hotmail.com](mailto:sallyfarias@hotmail.com)

<sup>3</sup>Eng<sup>a</sup> Agrícola, D. Sc. em Irrigação e Drenagem, UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, e-mail: [silvanamedeiros00@gmail.com](mailto:silvanamedeiros00@gmail.com)

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Ph.D. UAEAg/CTRN, UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, e-mail: [hugo@deag.ufcg.edu.br](mailto:hugo@deag.ufcg.edu.br)

<sup>5</sup>Engenheiro Agrícola, Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, UFCG, e-mail: [lp\\_jean@hotmail.com](mailto:lp_jean@hotmail.com)



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO

ISSN 1808-6845

Artigo Científico

**Características químicas do solo influenciadas  
pela adição de água residuária tratada sob cultivo  
do pinhão manso**

**RESUMO**

A crescente geração de efluentes líquidos e o seu lançamento no meio ambiente tem-se constituído numa preocupação mundial devido aos impactos negativos gerados. Este trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros químicos do solo após aplicação de água residuária tratada durante o terceiro ciclo de cultivo do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) O solo utilizado foi o Argissolo Acinzentado Eutrófico, textura franco arenoso. O experimento foi conduzido em lisímetros sob ambiente protegido, localizado na Universidade Federal de Campina Grande, município de Campina Grande, PB. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos de água residuária tratada de origem doméstica (T1=50%, T2=75%, T3=100% e T4=125 %) e três repetições, totalizando 12 parcelas experimentais. Analisaram-se camadas de solo de 0 - 20 cm de profundidade. A alta concentração de sais presentes na água residuária elevou de forma expressiva a condutividade elétrica do solo e o teor de sódio trocável, aumentando o risco de salinização. De modo geral, a fertilidade do solo ao decorrer do terceiro ciclo de produção do pinhão manso foi afetada pela redução de matéria orgânica do solo.

**Palavras-chave:** Efluente doméstico, parâmetro químico, fertilidade.

## ***Chemical soil characteristics influenced by the addition of wastewater treated under cultivation of *Jatropha****

### **ABSTRACT**

The growing generation of wastewater and its release into the environment one has made a global concern due to the negative impacts. This study aimed to evaluate the soil chemical parameters after application of wastewater treated during the third of the *jatropha* crop cycle (*Jatropha curcas* L.) The soil used was Ultisol Eutrophic, sandy loam texture. The experiment was conducted in lysimeters under protected environment located in the Federal University of Campina Grande, municipality of Campina Grande, PB. The experimental design was adopted in randomized blocks, with four treatments treated wastewater from households (T1 = 50%, T2 = 75%, T3 and T4 = 100% = 125%) and three repetitions, totaling 12 experimental plots. Were analyzed ground layers the 0 - 20 cm depth. The high concentration of salts present in the wastewater increased from significantly the soil electrical conductivity and exchangeable sodium content, increasing the laughter of salinization. In general, the soil fertility during the third *jatropha* the production cycle is affected by the reduction of soil organic matter.

**Keywords:** Wastewater, chemical parameter, fertility.

### **INTRODUÇÃO**

A aplicação de efluentes ao solo é vista como forma efetiva de controle da poluição e uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica em regiões áridas e semi-áridas, podendo reduzir os custos com tratamento e ainda servir como fonte de nutriente para as plantas reduzindo, assim, os custos, com a aquisição de fertilizantes químicos comerciais (Madeira et al., 2002; Hespanhol, 2003, Medeiros et al., 2005). Kiziloglu et al. (2008) afirma que a utilização de águas residuais para a irrigação é cada vez maior, sendo uma solução técnica para minimizar a degradação do solo e para restaurar o teor de nutrientes dos mesmos.

Esta técnica, porém, requer monitoramento do balanço de cátions no solo, como o sódio que, em geral,

possui concentrações elevadas na água residuária, o que restringe a solubilidade de muitos nutrientes. Para Duarte et al. (2008) a irrigação com esgoto sem tratamento adequado pode ser nociva ao meio ambiente, à saúde humana, ao solo, aos aquíferos e às culturas irrigadas.

Em geral, os esgotos sanitários apresentam teores de macro e micronutrientes suficientes para o atendimento da demanda da maioria das culturas, razão por que o uso de água de esgoto doméstico pode apresentar de 200 a 400 mg L<sup>-1</sup> de sais e 300 mg L<sup>-1</sup> de sólidos dissolvidos inorgânicos. Silva et al. (2005) observaram, em esgotos domésticos tratados com reator UASB seguido de filtro biológico, presença de macro e micronutrientes suficientes para o crescimento da maioria das culturas cultivadas na região semi-árida.

Os efeitos da aplicação de água residuária nas propriedades químicas do solo, só são pronunciados após longo período de aplicação, pelos atributos que definem sua composição física e química, pelas condições de clima e pelo tipo de solo.

Vários estudos comprovaram a importância da irrigação com efluentes de esgoto para suprir, em parte, as quantidades dos elementos, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio, requeridos pelas culturas, chegando a aumentar a produtividade agrícola (Hespanhol, 2002).

Desta forma, este trabalho teve como finalidade verificar os parâmetros químicos de um solo após a aplicação de água residuária doméstica tratada sob cultivo do pinhão manso.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Departamento de Engenharia Agrícola, município de Campina Grande, PB, cujas coordenadas geográficas são latitude sul 7°12'52", longitude oeste 35°54'61" e altitude de 547,56 m. O material de solo utilizado foi coletado de um Argissolo Acinzentado Eutrófico, textura franco-arenoso, procedente do distrito de São José da Mata (PB).

Antes da semeadura o solo foi analisado, química e fisicamente, e a partir das análises químicas foi realizada a correção do solo (Tabela 1) de acordo com a metodologia proposta por Novais et al. (1991), assim como, as adubações com N e K.

**Tabela 1.** Características de análises químicas em um Argissolo Acinzentado Eutrófico antes e após a correção. Campina Grande-PB, 2012.

Nutriente	Unidade	Antes da calagem	Depois da calagem
Cálcio (Ca <sup>++</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	1,01	2,37
Magnésio (Mg <sup>++</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,83	3,63
Sódio (Na <sup>+</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,05	0,24
Potássio (K <sup>+</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,18	0,28
Soma de bases	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	2,07	6,52
Hidrogênio (H <sup>+</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	3,11	0,00
Alumínio (Al <sup>+++</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,40	0,00
Capacidade de Troca Catiônica (CTC)	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	5,58	6,52
Porcentagem de Sódio Trocável (PST)	%	0,89	3,68
Carbono orgânico (C- Org.)	%	0,02	0,22
Matéria orgânica (M.O)	%	0,03	0,38
Nitrogênio (5% M.O)	%	0,002	0,02
Fósforo assimilável (P)	mg kg <sup>-1</sup>	0,59	2,14
pH em água (1:2,5) (pH)	-	5,16	8,00
CE da suspensão solo - água (1:2,5) (CEsa)	dS m <sup>-1</sup>	0,08	0,09

Fonte: Medeiros, 2012.

A cultura utilizada foi o pinhão manso (*Jatropha curcas* L) em seu terceiro ciclo de cultivo, sendo as plantas cultivadas em lisímetros de drenagem com capacidade volumétrica de 200 L, com cerca de 230 kg de material de solo.

O delineamento experimental foi o inteiramente em blocos casualizados com quatro tratamentos de água residuária tratada de origem doméstica (T1=50%, T2=75%, T3=100% e T4=125 %) com três repetições, totalizando 12 parcelas experimentais. O manejo das irrigações foi realizado através de balanço hídrico, obedecendo um turno de rega de 3 (três) dias, onde, o controle de drenagem em cada tratamento se deu através de um sistema composto por dois recipientes

(garrafas PET) com capacidade de 2 L, cada, estes acoplados aos lisímetros.

No início e final do terceiro ciclo de cultivo das plantas de pinhão manso, amostras de água residuária foram coletadas e analisadas (Tabela 2) pelo Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG, de acordo com a metodologia proposta por Richards (1954).

No final do ciclo produtivo, amostras compostas de solo foram coletadas para realização de análises laboratoriais. Determinaram-se as concentrações de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, sódio, pH, teor de matéria orgânica, capacidade de troca de cátions e porcentagem de sódio trocável, conforme metodologia recomendada pela EMBRAPA (1997).

**Tabela 2.** Caracterização química da água residuária utilizada nas irrigações do pinhão manso no início e final do experimento. Campina Grande-PB, 2013.

Nutriente	Unidade	Água residuária tratada	
		Início do experimento	Final do experimento
pH	-	8,43	8,43
CE	dS m <sup>-1</sup>	1,40	1,43
P-Total	mg L <sup>-1</sup>	3,53	3,52
K	mg L <sup>-1</sup>	19,53	24,70
N-Total	mg L <sup>-1</sup>	29,4	28,50
Ca	mg L <sup>-1</sup>	83,93	91,00
Mg	mg L <sup>-1</sup>	26,53	29,50
Na	mg L <sup>-1</sup>	129,76	134,20
Zn	mg L <sup>-1</sup>	0,01	0,01
Cu	mg L <sup>-1</sup>	0,06	0,06
Fe	mg L <sup>-1</sup>	0,01	0,01
Mn	mg L <sup>-1</sup>	0,02	0,01
RAS*	-	14,26	17,29

\*Razão de adsorção de sódio: RAS = [Na/((Ca+Mg)/2)]<sup>0,5</sup>

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 verifica-se o resumo das características químicas do solo no início e final do terceiro ano de cultivo das plantas de pinhão manso.

Verifica-se uma redução de 31,71% no teor de fósforo (P) no solo, possivelmente em decorrência do longo período do uso do solo sem adição constante de fósforo, e, também, devido ao fato de o conteúdo de P presente na água de irrigação (residuária) não ter sido suficiente para manter ou aumentar o teor de fósforo no solo. Medeiros (2012), estudando o solo nas mesmas condições de irrigação no cultivo do pinhão manso no primeiro ano de produção verificou que a concentração de fósforo teve um incremento de 107%. Xavier (2014) também verificou que o teor de P teve um aumento de

20,32% estudando o solo no segundo ciclo do pinhão manso. Provavelmente, nos primeiros anos de adubação ocorreu baixa solubilidade dos compostos de fósforo na solução do solo, fazendo com que o fósforo não tenha sido perdido por lixiviação, sendo seu conteúdo mais concentrado nas camadas mais superficiais.

Observando-se a concentração dos elementos cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) presentes no solo, percebe-se que houve aumento dos três primeiros nutrientes, sendo o Na o que mais chamou atenção, com elevação de aproximadamente 7,22 vezes o seu valor inicial, isso pode ter ocorrido devido a adição constante de água residuária nas irrigações das plantas, uma vez que o Na solúvel se manteve em altas concentrações no efluente de esgoto utilizado como verificado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Características de análises químicas em um Argissolo Acinzentado Eutrófico no início e final do experimento, no terceiro ciclo de cultivo do pinhão manso. Campina Grande-PB, 2013.

Nutriente	Unidade	Início do experimento	Final do experimento
Cálcio (Ca <sup>++</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	3,04	3,64
Magnésio (Mg <sup>++</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	3,03	3,04
Sódio (Na <sup>+</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,22	1,81
Potássio (K <sup>+</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,32	0,30
Soma de bases	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	6,61	8,79
Hidrogênio (H <sup>+</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,00	0,00
Alumínio (Al <sup>+++</sup> )	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	0,00	0,00
Capacidade de Troca Catiônica (CTC)	Cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	6,61	8,79
Percentagem de Sódio Trocável (PST)	%	3,33	20,59
Carbono orgânico (C-Org.)	%	0,33	0,14
Matéria orgânica (M.O)	%	0,57	0,24
Nitrogênio (5% M.O)	%	0,03	0,01
Fósforo assimilável (P)	mg kg <sup>-1</sup>	5,33	3,64
pH em água (1:2,5) (pH)	-	8,50	8,53
CE da suspensão solo - água (1:2,5) (CEsa)	dS m <sup>-1</sup>	0,09	0,50

Com a elevada concentração do Na presente na água residuária e conseqüentemente no solo, verificou-se aumento acentuado de 4,55 vezes o valor da condutividade elétrica (CEsa) do solo, sendo esta, influenciada pela elevação de sódio solúvel presente no efluente de esgoto e pelos teores acumulados no solo, representando, portanto, uma característica de solo sódico. Piotrowska et al. (2006) e Hati et al. (2007) afirmam que o uso de efluentes que apresentam altas concentrações de sais e sódio tende a provocar a salinização e sodificação do solo. Sendo, portanto, situação verificada neste trabalho.

Devido a ausência de H<sup>+</sup> e Al<sup>+++</sup> no solo, o valor da capacidade de troca de cátions (CTC) manteve-se igual ao valor da soma de bases (Na + Ca + Mg + K),

ambas tiveram aumento de 32,98% ao decorrer do experimento.

Os valores inicial e final da CTC no solo foram classificados como baixos (>10 Cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) de acordo com a EMBRAPA, 2004. O baixo valor da CTC implica que o solo está com pouca capacidade em reter cátions na superfície coloidal do solo, e desta forma, não estarão disponíveis à absorção pelas plantas. Medeiros (2012) observou que no primeiro ano de cultivo do pinhão manso, a CTC também teve uma elevação ao decorrer do ciclo, mas, ainda sim, não o suficiente para classificá-la como média ou alta.

Verificando-se os valores inicial e final da percentagem de sódio trocável (PST) existente no solo, constatou-se um aumento de 5,18 vezes. De acordo com a EMBRAPA (2004), valores de PST abaixo de

7%, o solo é classificado como não sódico, isso foi verificado no início do terceiro ciclo, valores entre 20 e 30% o solo é classificado como fortemente sódico, constatado, portanto, no final do terceiro ciclo de cultivo do pinhão manso. Tal fato pode estar relacionado ao acúmulo de sais no solo devido à irrigação contínua com a água residuária com altos teores de sais solúveis.

O conteúdo de matéria orgânica (M.O) teve um decréscimo 57,89%. Obtendo uma média entre os valores inicial e final, tem-se 0,41 g Kg<sup>-1</sup> de M.O ao decorrer do ciclo produtivo. Segundo classificação de fertilidade do solo para matéria orgânica descrita por Furtini Neto et al. (2001) valores  $\leq$  de 7 g Kg<sup>-1</sup> são considerados muito baixo. Medeiros (2012), identificou no primeiro ciclo da cultura, um acréscimo de 71,05% na M.O do solo. No segundo ciclo da cultura, Xavier (2014) observou um decréscimo 12,31%.

Apesar da elevada carga orgânica geralmente presente em águas residuárias de origem doméstica observou-se que, no presente experimento, a utilização de efluente de esgoto para irrigação não resultou em maiores teores de M.O no solo para o terceiro ciclo de produção. Isto ocorreu, provavelmente, devido às elevadas concentrações de nitrogênio orgânico e carbono presentes no efluente que podem ter favorecido a proliferação de microrganismos no solo que promovem a decomposição do nitrogênio orgânico em nitrogênio assimilável pelas plantas (Feigin et al., 1991). Segundo Nery (2011), um nível adequado de matéria orgânica é benéfico ao solo, pois melhora as condições físicas, aumenta a retenção de água, circulação do ar, diminui as perdas por erosão e fornece nutrientes as plantas.

Em relação ao pH do solo, este teve um leve aumento ao decorrer do ciclo produtivo, ocasionando déficit de alguns micronutrientes como o manganês, ferro, zinco e cobre, que são importantes para a planta. Uma justificativa em relação ao pH alto, pode ser atribuído ao pH alcalino da água residuária aplicada (Tabela 2), a presença de cátions trocáveis (Ca, Mg, K e Na) que ao serem disponibilizados ao solo não competiram com os cátions de natureza ácida, como Al<sup>+3</sup> e H<sup>+</sup> no complexo sortivo do solo, por estes estarem ausentes.

Medeiros et al. (2008), estudando os efeitos da aplicação de diferentes lâminas de água residuária doméstica nas características químicas do solo, constataram que o manejo com água residuária aumentou o pH do solo em todas as faixas de profundidade monitoradas. Resultados semelhantes

foram obtidos por Fonseca (2001) e Garcia et al. (2008), confirmando, desta forma, a capacidade que os efluentes tem em elevar o pH do solo.

## CONCLUSÕES

A alta concentração de sais presentes na água residuária elevou de forma expressiva a condutividade elétrica do solo e o teor de sódio trocável, aumentando o risco de salinização.

A fertilidade do solo ao decorrer do terceiro ciclo de produção do pinhão manso foi afetada pela redução de matéria orgânica do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DUARTE, A. S.; AIROLDI, R. P. S.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A. SOARES, T. M. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.302-310, 2008.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Centro nacional de pesquisa de solos**. Manual de métodos de análises do solo. 2 ed. rio de janeiro, 1997. 212p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Arroz e Feijão: sistemas de Produção**. nº.4 ISSN 1679-8869 Versão eletrônica, Dez/2004.
- FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224p.
- FONSECA, A. F. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2001.110f.
- FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R. do.; RESENDE, A. V. de.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. de. **Fertilidade do solo**. Universidade Federal de Lavras-UFLA. Fundação de Apoio ao Ensino,

- Pesquisa e Extensão - FAEPE, Lavras, MG. p.261. 2001.
- GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T.; RUIZ, H. A.; MARTINS FILHO, S. **Alterações químicas em três solos decorrentes da aplicação de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro conilon.** Engenharia na Agricultura, v.16, p.416-427, 2008.
- HATI, K.M.; BISWAS, A.K.; BANDYOPADHYAY, K.K.; MISRA, A.K. **Soil properties and crop yields on a vertisol in India with application of distillery effluent.** Soil and Tillage Research, v.92, p.60-68, 2007.
- HESPAÑHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil - agricultura, indústria, municípios e recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** Porto Alegre, RS. v.7, p.75-95, 2002.
- HESPAÑHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: Agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso de água.** São Paulo: Faculdade de Saúde Pública/Universidade de São Paulo, 2003. p.37-95.
- KIZILOGLU, F. M.; TURAN, M.; SAHIN, U.; KUSLU, Y.; DURSUN, A. **Effects of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. rubra) grown on calcareous soil in Turkey.** Agricultural Water Management, v.95, n.6, p.716-724, 2008.
- MADEIRA, C. A.; PEÑA, M. R.; MARA, D. D. **Microbiological quality of a waste stabilization pond effluent used for restricted irrigation in Valle Del Cauca, Colombia.** Water Science and Technology, v.45, n.1, p.139-143, 2002.
- MEDEIROS, S. S. de. **Crescimento e produção do pinhão manso sob adubação fosfatada e irrigação com água residuária.** Campina Grande: UFCG, 2012. 63p.
- MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A.; SOUZA, J. A. A.; SOUZA, J. A.; MATOS, A. T. Comportamento dos atributos químicos do solo em resposta à aplicação de água residuária de origem doméstica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.9 (suplemento), p.268-273, 2005.
- MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A.; NEVES, J. C. L.; SOUZA, J. A. A. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.12, n.2, p.109-115. 2008.
- NERY, A. R. **Crescimento e desenvolvimento do pinhão manso irrigado com águas residuária e sanitizada** – segundo ciclo de produção. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Campina Grande: UFCG. 2011. 212p.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. (Coord.) **Métodos de pesquisa em ambiente controlado.** Brasília - DF: Embrapa, (documentos 3), p.189-273, 1991.
- PIOTROWSKA, A.; IAMARINO, G.; RAO, M.A.; GIANFREDA, L. **Short-term effects of olive mill waste water (OMW) on chemical and biochemical properties of a semiarid Mediterranean soil.** Soil Biology and Biochemistry, v.38, p.600-610, 2006.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y recuperación de suelos salinos y sódicos.** México, 1954. 172p.
- SILVA, V. F.; SOUSA, J. T.; VIEIRA, F. F.; SANTOS, K. D. Tratamento anaeróbico de esgoto doméstico para fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.9, n. suplemento, p.186-190, 2005.
- XAVIER, J. de F. **Resposta da fisiologia e produção do pinhão manso à adubação fosfatada residual e água residuária.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande/UFCG. Campina Grande, PB, 2014. 121p.