

## CRESCIMENTO DO FEIJÃO-CAUPI IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO<sup>1</sup>

JONATAS RAFAEL LACERDA REBOUÇAS<sup>2</sup>, NILDO DA SILVA DIAS<sup>2\*</sup>, MARIA ISIDÓRIA DA SILVA GONZAGA<sup>3</sup>, HANS RAJ GHEYI<sup>4</sup>, OSVALDO NOGUEIRA DE SOUSA NETO<sup>2</sup>

**RESUMO** - Objetivando investigar a massa vegetal do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) foi conduzido um experimento em condições protegidas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições: T<sub>1</sub> – água de abastecimento; T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> mistura de água de esgoto doméstico tratado e abastecimento (25-75%; 50-50% e 75-25%, respectivamente), T<sub>5</sub> – apenas água de esgoto tratado e T<sub>6</sub> – água de abastecimento + fertilizantes minerais, e quatro repetições. O aumento da proporção do efluente doméstico na AGU, a de abastecimento para a fertigação das plantas de feijão-caupi incrementou a produção de matéria seca da raiz, caule e folha, evidenciando o crescimento proporcional das plantas. Na ausência de adubação mineral, os solos irrigados com água residuária de esgoto tratado conseguem suprir as necessidades nutricionais do feijão-caupi, comprovando a viabilidade técnica do potencial agrícola de utilização dessas águas.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*. Reuso. Impacto ambiental.

### COWPEA CULTIVATION IRRIGATED WITH TREATED DOMESTIC WASTEWATER

**ABSTRACT** - In order to evaluate foliar production of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) was accomplished in an experiment under greenhouse conditions. The study was conducted in a completely randomized design with six treatments: T<sub>1</sub> - tap water; T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, and T<sub>4</sub> mixture of wastewater and tap water (25-75%; 50-50% and 75-25%, respectively), T<sub>5</sub> - wastewater only, and T<sub>6</sub> - tap water + mineral fertilization, and four replications. The results showed that increasing the proportion of wastewater in the treatments T<sub>2</sub> to T<sub>5</sub> there was a simultaneous increase in dry matter production of root, stem and leaf. In the absence of mineral fertilization, soils irrigated with treated wastewater were able to attend nutritional requirements of the tested plant, proving wastewater to be a viable source of water and nutrients for plants.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*. Reuso. Environmental impact.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 30/04/2009; aceito em 02/05/2010.

<sup>2</sup>Departamento de Ciência Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró - RN; rafaelfersa@hotmail.com; nildo@ufersa.edu.br; neto2006osvaldo@hotmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Agrônômica, UFS, Caixa Postal 353, 49100-000, Aracajú - SE; isis@ufersa.edu.br

<sup>4</sup>Unidade Acadêmica Engenharia Agrícola, UFCG. Caixa Postal 10087, 58109-970, Campina Grande - PB; hans@deag.ufcg.edu.br

## INTRODUÇÃO

Em zonas semiáridas, a irrigação é responsável pelo consumo de 50 a 85% dos recursos hídricos disponíveis (CAPRA; SCICOLONE, 2007). Procurar métodos mais eficientes de irrigação e fontes alternativas de recursos hídricos, como a utilização de águas residuárias, para diminuir a competição por água é uma tendência mundial.

O reúso de águas para a irrigação é uma prática amplamente estudada e recomendada por diversos pesquisadores como alternativa viável para suprir as necessidades hídricas e, em grande parte, nutricionais das plantas (HESPANHOL, 2003; CAPRA; SCICOLONE, 2007; HERPIN et al., 2007). Além de recuperar o efluente, reduzir a poluição ambiental e promover a formação de húmus (WHO, 1989), viabilizando a atividade agrícola, bem como a sustentabilidade humana em áreas de difícil sobrevivência.

O efluente tratado quando utilizado como biofertilizante possui notadamente valorização econômica. Para uma população de 500 mil habitantes, cujo consumo de água é 200 L hab<sup>-1</sup> ao dia, produz-se, em efluentes, cerca de 85.000 m<sup>3</sup> (85 % de esgoto canalizado) ou 30 milhões de m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup> (PESCOD, 1992); desse modo, ao se aplicar uma lâmina de 500 mm ano<sup>-1</sup> de efluente via irrigação, o total de efluentes produzidos seria suficiente para irrigar 6.000 ha de lavoura.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no Brasil a prática do reúso de esgotos, principalmente para a irrigação de hortaliças e de algumas culturas forrageiras, é, de certa forma, difundida. O item 5.6.3 NBR 13.969/97 da ABNT, não permite o uso de efluente, mesmo desinfetado, na irrigação de hortaliças e frutas de ramas rastejantes. Porém, pesquisas desenvolvidas por Rego et al. (2005), com a irrigação da melancia com efluente tratado, mostraram, em todos os frutos testados, a ausência de *Salmonellas* e baixos valores de coliformes fecais, independente dos sistemas de irrigação utilizado, atendendo, assim, os limites fixados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001). Logo, não foi verificado comprometimento da qualidade microbiológica dos produtos analisados, classificando-os aptos ao consumo humano.

Azevedo et al. (2005) verificaram que a água residuária tratada contribuiu para o incremento da produção e melhor qualidade das fibras do algodão, provavelmente devido ao potencial nutricional dos efluentes. Além disso, vários trabalhos indicam o efluente tratado como alternativa para reúso, do ponto de vista nutricional; para o cultivo de várias espécies como pimentão (SOUZA et al., 2006), arroz (SOUZA et al., 2001), mudas de flamboyant (LUCENA et al., 2007), girassol (NOBRE et al., 2009) e gérberas (MEDEIROS et al., 2007).

Na região de Mossoró-RN, o reúso de água, especialmente as provenientes do tratamento biológico de esgoto doméstico, têm grande potencial de

desempenhar papel importantíssimo na produção de alimentos, desde que sejam criados métodos de aplicação adaptados a essas condições. Assim, diante das condições de déficit hídrico da região e considerando o potencial hídrico e nutricional das águas residuárias, conduziu-se um trabalho objetivando investigar a produção foliar do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico como fonte hídrica e mineral.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com cobertura de polietileno pertencente ao Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, localizada em Mossoró, RN (5° 11' S, 37° 20' W e 18 m).

O feijão-caupi (cv. Sempre verde) foi cultivado em vasos plásticos de 12 L, tendo sua base perfurada e revestida com uma camada de 2 cm (brita + geotêxtil), sendo preenchidos com 8 kg de material de solo Latossolo Vermelho. As plantas foram irrigadas com água de abastecimento - T<sub>1</sub> (tratamento testemunha), água residuária diluída em água de abastecimento nas proporções de 25% - T<sub>2</sub>, 50% - T<sub>3</sub> e 75% - T<sub>4</sub>, água residuária - T<sub>5</sub> e água de abastecimento + adubação mineral do solo - T<sub>6</sub>.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e quatro repetições. A água de abastecimento foi proveniente da rede hidráulica do campus da UFRSA e a água residuária oriunda da lagoa de estabilização da Estação de Tratamento de Esgotos Domésticos da Cajazeiras em Mossoró, RN. Antes da sucção do efluente para os reservatórios de PVC na ETE, uma amostra de efluente era coletada para análise bacteriológica (Tabela 1) e físico química (Tabela 2).

A adubação do solo das unidades experimentais do tratamento T<sub>6</sub> feita de acordo com a análise química do material de solo (Tabela 3), distribuída em uma adubação de fundação com 25, 50 e 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente e, outra adubação de cobertura com 20 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio aos 30 dias após a emergência.

Após 10 dias da realização da adubação de fundação, o solo foi umedecido com água de abastecimento e plantou-se 10 sementes por vaso, as quais germinaram em média após 10 dias, sendo realizado um desbaste, deixando-se as duas plantas mais vigorosas por parcela.

O manejo de irrigação foi com base em dados de umidade do solo, obtidos de tensiômetros instalados a 0,20 m de profundidade e de uma curva característica de retenção de água no solo previamente construída em campo. Estabeleceu-se um turno de rega diário, sendo usada a tensão média nos tensiômetros e a curva característica para se definir a quantidade de água a ser aplicada, suficiente para elevar o conteúdo de água no solo à capacidade de campo,

**Tabela 1.** Análise bacteriológica do efluente final utilizado nos tratamentos.

Parâmetros	Efluente Final	
	Junho de 2008	Agosto de 2008
Clorofila "A"	352,2	605
Demanda Biológica de Oxigênio (DBO <sub>5</sub> ) (mg L <sup>-1</sup> de O <sub>2</sub> )	100,3	81,4
Demanda Química de Oxigênio (mg L <sup>-1</sup> de O <sub>2</sub> )	358,4	288
Eh. (ORP)	67	171
Oxigênio Dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	2	2,4
Substrato Cromogênico (Enchericha Coli. (UFC- p/100 mL)	3,9 X 10 <sup>3</sup>	2,2 X 10 <sup>4</sup>

Fonte: CAERN (2008)

**Tabela 2.** Composição físico química do efluente final utilizado nos tratamentos.

CE (dS m <sup>-1</sup> )	pH	Ca	Mg	Na	K	Cl	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	RAS* (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>
		..... meq L <sup>-1</sup> .....							
1,75	7,4	2,14	3,67	11,94	0,63	9,7	-	7,53	7,02

\* Relação de Adsorção de Sódio

**Tabela 3.** Análise química do solo.

pH (água)	M.O. %	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	t	CTC	V	m	PST
		mg dm <sup>-3</sup>						cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			%			
6,9	0,70	10,1	82,2	39,7	190	0,5	0	0,99	2,78	2,78	3,75	74	0	5

isto é, o volume máximo de água que o solo pode reter sem que ocorra lixiviação.

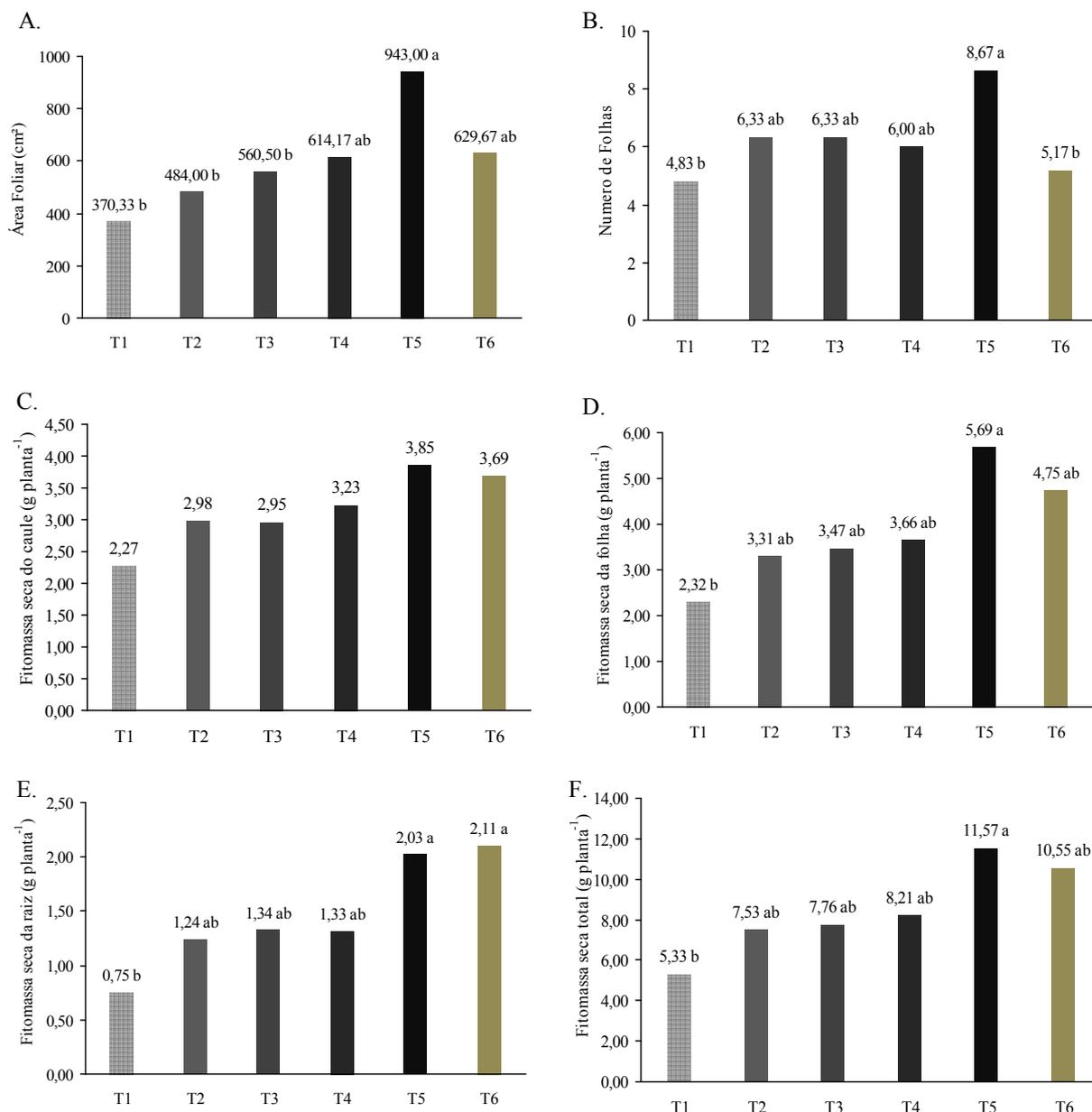
A semeadura foi realizada no dia 22/10/08 e a coleta das plantas (raiz, caule e folha) em 13/01/09, onde determinaram-se o número de folhas (NF), determinado pela contagem de folhas verde maiores de 3,0 cm de comprimento, desprezando-se as amareladas e/ou secas, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta; peso de matéria fresca (PMF), estimada por pesagem em balança digital de precisão; peso da matéria seca (PMS), determinada pelo peso seco em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até atingir peso constante, expresso em gramas e área foliar (AF), utilizando o integrador de área foliar. Além disso, foi determinado a fitomassa seca do Rizobium e o número de pendões florais.

A análise estatística foi efetuada utilizando-se do programa SISVAR (FERREIRA, 2003), observando significância do teste F (p<0,05) na análise de variância e a comparação das médias realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu efeito significativo para as variáveis de crescimento área foliar, número de folhas e fitomassa seca das partes das plantas do feijão-caupi (folha, raiz e total), exceto para a fitomassa seca do caule (Figura 1). Em geral, a fertigação da cultura com efluente tratado proporcionou maior crescimento de plantas, embora não diferindo estatisticamente do tratamento com água de abastecimento e solo com adubação mineral, exceto para a variável número de folha (Figura 1B).

Os valores médios da variável fitomassa seca total (Figura 1F) entre os tratamentos, indicam que a resposta das plantas à aplicação da água residuária tratada não foi influenciada por valores aberrantes devido ao crescimento desproporcional das plantas. Pode-se verificar que o aumento da concentração de efluente na água de abastecimento para a fertigação das plantas induziu o incremento na produção de fitomassa de matéria caule (Figura C), folha (Figura D) e raiz (Figura E), não somente em uma destas variáveis.



Médias na mesma coluna seguidas de letras minúsculas iguais não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Água de abastecimento – T<sub>1</sub>, água residuária diluída em água de abastecimento a 25– T<sub>2</sub>, 50– T<sub>3</sub> e 75% – T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> - água residuária e água de abastecimento com adubação mineral – T<sub>6</sub>.

**Figura 1.** Comparação de médias de área foliar (A), número de folhas (B), fitomassa secas do caule (C), folha (D), raiz (E) e total (F) do feijão-caupi com aplicação de água residuária e água de abastecimento com e sem adubação mineral do solo.

Ainda em relação à Figura 1A, verifica-se que o maior valor médio da área foliar das plantas foi obtido nos tratamentos com fertirrigação de água residuária (943 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>), seguido do solo irrigado com água residuária diluída à 75% (629,67 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) e com água de abastecimento com adubação mineral do solo, embora não diferindo estatisticamente. Este fato, também foi constatado por Alves et al. (2009), os quais observaram que as aplicações com água residuária em solo adubado não afetaram o desenvolvimento das plantas de algodão, já sem a adubação, a área foliar aumentou com o incremento das lâminas

de irrigação da água residuária.

Já para as variáveis o número de folhas, a maior média foi obtida com aplicação de água residuária (8,67 folhas planta<sup>-1</sup>), sendo 67,69% superior ao tratamento com água de abastecimento e adubação mineral (5,17 folhas planta<sup>-1</sup>), porém estatisticamente igual ao T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>, demonstrando que não houve efeito das diluições da água de esgoto tratado sob o número de folha do feijão-caupi. Em relação ao tratamento testemunha (água de abastecimento), as plantas irrigadas apenas com efluente doméstico tratado (T<sub>5</sub>) aumentaram a produção de fitomassa

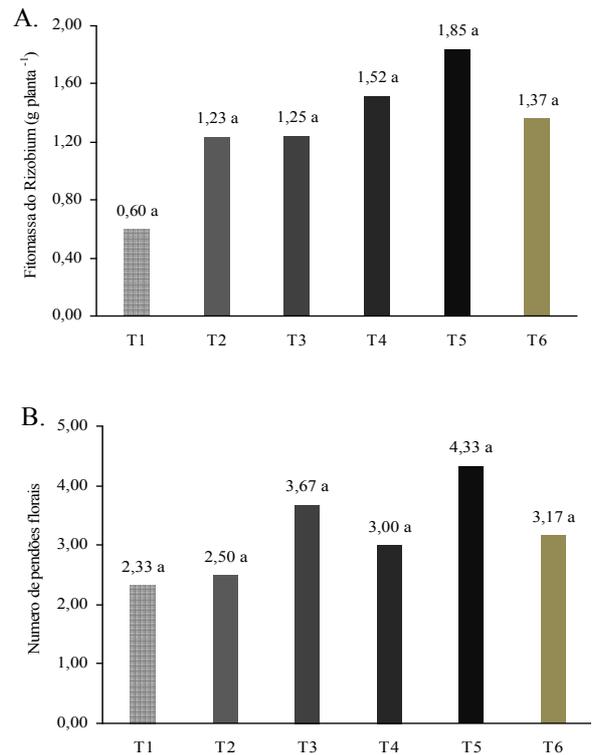
total em 117,07%; já nos tratamentos irrigação com água de abastecimento em solo com o efeito da adubação mineral (T<sub>6</sub>) este aumento foi de 98% (Figura 1F). Isso evidencia que a quantidade de nitrogênio existente na água residuária supriu suficientemente as plantas na ausência da adubação mineral do solo, elevando a produção de fitomassa seca e demais variáveis de crescimento, exceto fitomassa seca de raiz. Fonseca (2001), trabalhando com milho irrigado com efluente tratado, constatou o bom estado nutricional das plantas devido ao aproveitamento dos adubos contido no efluente, principalmente nitrogênio; o autor observou maior produção de matéria seca nas plantas irrigadas com efluente tratado em relação às irrigadas com água de abastecimento.

Levando-se em consideração estes aspectos, pode-se inferir que o aumento da produção de matéria seca total do feijão-caupi com o incremento da água residuária na água de abastecimento foi devido ao aumento da área foliar das plantas, evidenciando que este recurso hídrico pode suprir as necessidades nutricionais das plantas, chegando a compensar a aplicação da adubação mineral no solo. Além disso, ter-se-ia como benefício extra com o uso de efluentes tratados a economia de insumos (adubo), como afirma Souza et al. (2009).

Observa-se que a aplicação de efluentes tratados não teve efeito sobre a população de Rizobium do solo e o número de pendões florais do feijão-caupi (Figura 2), embora tenha se constatado uma tendência no aumento destas variáveis ao se elevar a proporção de efluente na água de irrigação (Figura A e B). Os valores médios de fitomassa seca de Rizobium variaram de 0,6 a 1,85 g planta<sup>-1</sup>, sendo o maior valor obtido no tratamento com 100% efluente doméstico tratado.

O nutriente diretamente relacionado ao aumento da biomassa vegetal é o nitrogênio e, desta forma, a presença de nódulos em massa satisfatória no tratamento com água residuária (Figura 2A) pode ter sido devido ao efluente ter disponibilizado N para as plantas, conforme observado por Xavier et al. (2007) para feijão-caupi.

Deve-se ressaltar que, embora o N seja o elemento exigido em maior quantidade pelas plantas, o manejo das aplicações de fontes de N deve ser feito com cautela em função da possibilidade de poluição das águas subterrâneas com nitrato, ânion de grande mobilidade no solo (MATOS, 2006) e presente como forma final no processo de tratamento das águas residuárias. Portanto, a quantidade de água residuária tratada aplicada no solo deve não apenas levar em consideração os benefícios nutricionais, sobretudo da presença de N como fertilizante, mas também os possíveis impactos ambientais decorrentes da sua forma de ocorrência.



Médias na mesma coluna seguidas de letras minúsculas iguais não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Água de abastecimento – T<sub>1</sub>, água residuária diluída em água de abastecimento a 25% – T<sub>2</sub>, 50% – T<sub>3</sub> e 75% – T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> – água residuária e água de abastecimento com adubação mineral – T<sub>6</sub>.

**Figura 2.** Médias de fitomassa seca do Rizobium (A) e o número de pendões florais (B) do feijão-caupi com aplicação de água residuária e água de abastecimento com e sem adubação mineral do solo.

## CONCLUSÕES

O aumento da proporção do efluente de Lagoa de maturação na água de abastecimento para a fertirrigação das plantas de feijão-caupi melhora a produção de matéria seca da raiz, caule e folha, não somente em uma destas variáveis; evidenciando o crescimento proporcional das plantas;

Na ausência de adubação mineral, os solos irrigados com água residuária de esgoto doméstico tratado conseguem suprir as necessidades nutricionais do feijão-caupi.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte – CAERN, pela parceria e apoio na realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, W. W. A. et al. Área foliar do algodoeiro irrigado com água residuária adubado com nitrogênio e fósforo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n. 1, p. 41-46, 2009.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC no 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Disponível em: <<http://www.anvisa.org.br>>. Acesso em: 16 Set. 2005.
- AZEVEDO, M. R. Q. A. et al. Características tecnológicas da fibra do algodão herbáceo sob efeito de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, Suplemento, p. 202-206, 2005.
- CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Recycling of poor quality urban wastewater by drip irrigation systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 5, n. 4, p. 1529-1534, 2007.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 2. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 437 p.
- FONSECA, A. F. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado**. 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2001.
- HERPIN, V. et al. Chemical effects on the soil-plant system in a secondary treated wastewater irrigated coffee plantation – a pilot field study in Brazil. **Agricultural Water Management**, v. 89, n. 1, p. 105-115, 2007.
- HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (Ed.). **Reúso de água**. São Paulo: MANOLE, 2003. cap. 2, p. 37-95.
- LUCENA, A. M. A. et al. Influência da natureza do substrato e da água de irrigação no crescimento de mudas de flamboyant (*Delonix regia*). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 112-120, 2007.
- MATOS, A. T. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos**. 1. ed. Viçosa: AEAMG, 2006. 120 p. (Caderno didático, 37).
- MEDEIROS, S. S. et al. Uso de água residuária de origem urbana no cultivo de gérberas: efeito nos componentes de produção. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 569-578, 2007.
- NOBRE, R. G. Crescimento do girassol irrigado com água residuária e adubação orgânica. **Revista DAE**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 50-60, 2009.
- PESCOD, M. B. **Wastewater treatment and use in agriculture**. 2. ed. Rome: FAO, 1992. 125 p. (Irrigation and Drainage Paper, 47).
- REGO, J. L. et al. Uso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, Suplemento, p. 155-159, 2005.
- SOUZA, J. A. R. et al. Qualidade de frutos de tomate fertirrigados com água residuária da suinocultura. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Viçosa, MG, v. 82, n. 1, p. 76-78, 2009.
- SOUZA, J. T. et al. Reúso de água residuária na produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 89-96, 2006.
- SOUZA, J. T. et al. Desempenho da cultura do arroz irrigado com esgotos sanitários previamente tratados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1 p. 107-110, 2005.
- WHO - World Health Organization. **Health guidelines for wastewater use in agriculture and aquaculture**. Geneva: WHO, 1989. p. 1104-1116, (Technical Report Series, 778).
- XAVIER, T. F. et al. Ontogenia da nodulação em duas cultivares de feijão-caupi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 561-564, 2007.