

## **Crescimento do feijão caupi irrigado com diferentes concentrações efluente tratado e água salina**

**Simone Oliveira Feitosa<sup>1</sup>, Silvaneide Lobo Silva<sup>2</sup>, Hernandes Oliveira Feitosa<sup>3</sup>, Clayton Moura Carvalho<sup>4</sup>, Erialdo Oliveira Feitosa<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Graduanda em Tecnologia de Irrigação e Drenagem, FATEC Cariri, Juazeiro do Norte-CE, e-mail: [simone1929@outlook.com](mailto:simone1929@outlook.com)

<sup>2</sup>Graduanda em Tecnologia de Irrigação e Drenagem, FATEC Cariri, Juazeiro do Norte-CE, e-mail: [silvaneide-123@hotmail.com](mailto:silvaneide-123@hotmail.com)

<sup>3</sup>Doutor, Prof. da FATEC Cariri, Juazeiro do Norte-CE, e-mail: [hernandes.oliveira@gmail.com](mailto:hernandes.oliveira@gmail.com)

<sup>4</sup>Pós-Doutorando UFS, Prof. da FATEC Cariri, Juazeiro do Norte-CE, e-mail: [carvalho\\_cmc@yahoo.com.br](mailto:carvalho_cmc@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>Doutorando em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza –CE, email: [erialdooliveira05@gmail.com](mailto:erialdooliveira05@gmail.com)

### **Resumo**

A irrigação tem-se constituído em uma prática agrícola fundamental, de maneira a garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o caso do semiárido Brasileiro, onde ocorre déficit hídrico sob as plantas devido à taxa de evapotranspiração exceder a de precipitação durante a maior parte do ano. O feijão caupi, constitui-se na principal cultura dentro do sistema de produção na agricultura da semiárido brasileiro. Com isso objetivou-se estudar o crescimento de plantas feijão Caupi irrigadas com diferentes concentrações de efluente doméstico e água salina. Realizado na Faculdade de Tecnologia Fatec Cariri em Juazeiro do Norte CE, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, foram irrigados pelo método de Lisimetria de drenagem, os tratamentos consistiram em (100% Água de abastecimento, (80% Água salina + 20% Água de reuso), (50% Água salina + 50% Água de reuso), (20% Água salina + 80% Água de reuso), (100% Água de reuso), (100% Água salina). Os resultados mostraram que os valores obtidos dos parâmetros analisados de água se encontram dentro dos padrões agrônômicos. Verificou-se que os maiores valores foram encontrados no EH<sub>5</sub>, com uma média para número de folhas (76 unidades) e diâmetro caulinar (14 mm) aos 60 DAP. E que no EH<sub>4</sub> obteve um menor desempenho. Houve efeito significativo para o número de folhas, diâmetro, altura, taxas de crescimento absoluto e relativo em relação aos tratamentos.

**Palavras-chave:** Irrigação, reuso de água, salinidade.

### **Abstract**

**Growth of irrigated cowpea with different concentrations and treated effluent saline water.** Irrigation has been constituted in a fundamental agricultural practice in order to ensure agricultural production safely, especially in tropical regions hot and dry climate, such as the Brazilian semi-arid region, where drought occurs in plants due to rate evapotranspiration exceeds the precipitation during most of the year. The cowpea, constitutes the main crop into the production system in agriculture in the Brazilian semiarid region. With that aimed to study the growth of cowpea beans plants irrigated with different concentrations of wastewater and saline water. At the Faculty of Technology Fatec Cariri in Juazeiro EC, the design was completely randomized, irrigated by the lysimeter method of drainage, treatments consisted of (100% supply Water, (80% saline water + 20% Water reuse) (50% + 50% saline water reuse Water) (20% + 80% saline water reuse Water) (100% reuse of water) (100% salt water). The results showed that the values obtained from the analysis of water parameters are within the standards agrônômicos. Verificou that the highest values were found in EH<sub>5</sub>, with an average for number of leaves (76 units) and stem diameter (14 mm) at 60 DAP. In addition, in the EH<sub>4</sub> achieved a lower performance. There was a significant effect on the number of leaves, diameter, height, absolute growth rates and relative to the treatments.

**Keywords:** Irrigation, water reuse, saline.

## **Introdução**

A irrigação tem-se constituído em uma prática agrícola fundamental de maneira a garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o caso do semiárido do Nordeste Brasileiro, onde ocorre déficit hídrico nas plantas devido á taxa de evapotranspiração exceder a de precipitação durante a maior parte do ano. Impulsionando cada vez mais o uso da irrigação nessa região, que consome cerca de 70% de água potável de acordo com a Constituição Brasileira (Brasil, 2011). Neste sentido necessita-se buscar meios alternativos para suprir a demanda hídrica das culturas, de forma a não comprometer o uso prioritário da água, tendo-se que recorrer ao uso de águas de qualidade inferior.

Neste contexto, o reuso planejado de efluentes domésticos e água salina aplicados no processo produtivo da agricultura, vêm sendo apontado como uma medida para atenuar o problema da escassez hídrica no semiárido brasileiro, como uma alternativa em substituição a utilização de água potável, os mesmos depois de tratados apresentam baixa Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (Sousa et al. 2003). Além de reduzida carga microbiana, e ainda contém vários macros e micronutrientes importantes para o desenvolvimento das culturas (Feitosa et al. 2009).

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.Walp), também conhecido como feijão-de-corda e feijão macáassar, constitui-se na principal cultura de subsistência das regiões Norte e Nordeste do Brasil. A área cultivada com essa cultura no país é de aproximadamente um milhão de hectares dos quais cerca de 90% estão situados na região Nordeste. A cultura apresenta grande importância na alimentação das populações que vivem nessas regiões, principalmente as mais carentes, pois fornece um alimento de alto valor nutritivo e, portanto, um dos principais componentes da dieta alimentar, gerando também emprego e renda, tanto na zona rural, quanto na zona urbana (Lima et al. 2007).

A pratica de irrigação com águas de qualidade inferior pode ser uma alternativa viável a cultura do feijão Caupi, haja vista que a cultura tolera condutividade elétrica de até 3,3 dSm<sup>-1</sup>, na água de irrigação (De acordo

com Ayers & Westcot 1999), razão pela qual é considerada uma espécie moderadamente tolerante à salinidade.

No entanto a utilização de águas salinas e de efluentes domésticos na irrigação para a produção vegetal é um desafio que vem sendo superado com sucesso em diversas partes do mundo, no qual é possível devido o uso de espécies tolerantes à salinidade e da adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água de irrigação, pois o emprego dessas técnicas pode permitir o uso racional das águas existentes na região e contribuir também para minimizar a degradação do solo. (Rhoades et al. 2000).

Diante do exposto, objetivou-se estudar o crescimento de plantas feijão Caupi irrigadas com diferentes concentrações de efluente doméstico e água salina.

## **Material e Métodos**

O experimento foi desenvolvido em condições de campo na área experimental da Faculdade de Tecnologia FATEC Cariri pertencente ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, situada no município de Juazeiro do Norte no Estado do Ceará, com as coordenadas geográficas 07°12'47"S, 39°18'55"W e 377 metros de altitude, onde apresenta um clima entre Tropical Semiárido à Tropical Semiárido Brando, com temperatura média de 24° a 26°C, tendo o período chuvoso de janeiro a maio. A média pluviométrica é de 925 mm (Lima; Ribeiro 2012).

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento, constituídos de seis tratamentos de efluente tratado com água de abastecimento e água salina na cultura do feijão caupi, as irrigações foram feitas a cada dois dias, definidas a partir do método de Lisimétria de drenagem, ou seja, o solo ficando sempre saturado nas irrigações além, disso foi adicionado 15% do volume para proporcionar a lixiviação, sendo que para tal aplicação foi necessário o uso de uma proveta de 500 mL para possibilitar a leitura do volume.

Os tratamentos aplicados foram: E<sub>1</sub> (100% Água de abastecimento); E<sub>2</sub> (80% Água salina + 20% Efluente doméstico), E<sub>3</sub> (50% Água salina + 50% de Efluente doméstico) e E<sub>4</sub> (20% Água Salina + 80% de Efluente



doméstico) e E<sub>5</sub> (100% Água de Efluente doméstico e sem Água de abastecimento), E<sub>6</sub> (100% Água salina). A condutividade elétrica utilizada na água de abastecimento foi 185,54 uS cm<sup>-1</sup>, para o Efluente doméstico foi de 1699,20 e para água salina foi utilizada 2,87 dsm. Para os tratamentos 20% A. s + 80% A.r, 50% A.s + 50% A.r e o tratamento 80% A.s + 20% A.r foi utilizado a uma condutividade elétrica de 1701,87dsm.

As sementes do feijão caupi, foram plantadas em vasos plásticos perfurados em sua base, com dimensões de 20 cm de altura, diâmetro de 22 cm e volume de 6L. O substrato utilizado foi composto por uma mistura do solo do local do experimento Classificação do solo, adicionado ao composto orgânico na proporção de 3:1 e com uma fina camada de brita na base dos vasos para facilitar a drenagem.

Aplicou-se 10, 20, 60,30 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e FTE12, respectivamente, conforme recomendação de Fernandes (1993), sendo utilizados ureia como fonte de nitrogênio (N), superfosfato simples como fonte de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio como fonte de potássio (K<sub>2</sub>O), em que o N e o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foram aplicados na semeadura, enquanto a dose de K<sub>2</sub>O foi dividida em duas vezes, uma

na semeadura e a outra em cobertura aos 25 Dias Após o Plantio (DAP). Sendo aplicado apenas 50% do recomendado nos tratamentos que receberam água de efluente, devido á água de reuso já conter alguns macros e micronutrientes.

Para a avaliação da salinidade, no preparo das águas, foram adicionados os sais Cloreto de Sódio (NaCl), Cálcio (CaCl<sub>2</sub>), dois átomos de Hidrogênio e dois de Oxigênio (2H<sub>2</sub>O), magnésio (MgCl<sub>2</sub>) e seis átomos de Hidrogênio e dois átomos de Oxigênio (6H<sub>2</sub>O), mantendo-se na proporção equivalente de 7:2:1 entre sódio(Na), Cálcio (Ca) e magnésio (Mg), obedecendo-se a relação entre a condutividade elétrica (CE) dos mesmos a e sua concentração em milimol de carga por litro (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>) que corresponde a (CE x 10), conforme (Rhoades et al. 2000).

Os resultados da análise de água são referentes ao estudo de Silva (2014), onde realizou cinco análises físico-químicas do efluente tratado e da água de abastecimento para caracterização da água utilizada, sendo que as médias dos parâmetros avaliados encontram-se descritos na Tabela 1, sendo a mesma água utilizada em período semelhante ao estudo em questão.

**Tabela 1** – Média dos parâmetros avaliados em água de abastecimento e efluente tratado

Parâmetros	Água de abastecimento	Efluente Tratado
Alcalinidade (mgCaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> )	64,80	556,00
Amônia (mg L <sup>-1</sup> )	0,01	6,07
Cálcio (mg L <sup>-1</sup> )	45,40	78,40
Condutividade Elétrica (µS cm <sup>-1</sup> )	185,54	1699,20
Cloreto (mg L <sup>-1</sup> )	11,59	191,53
DQO (mg L <sup>-1</sup> )	49,23	281,15
Dureza (mg L <sup>-1</sup> )	57,40	93,60
Ferro (g L <sup>-1</sup> )	0,18	0,87
Fósforo (mg L <sup>-1</sup> )	0,00	2,76
Magnésio (mg L <sup>-1</sup> )	12,00	15,20
Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	0,04	0,90
Nitrito (mg L <sup>-1</sup> )	0,01	0,25
Ortofosfato (mg L <sup>-1</sup> )	0,00	0,22
PH (variável)	6,64	7,74
SST (mg L <sup>-1</sup> )	71,00	292,60
STD (mg L <sup>-1</sup> )	129,00	1134,60

A caracterização do crescimento do feijão caupi foi realizada utilizando-se o estudo da fitomassa fresca epígea, através do método da análise clássica não destrutiva. A fitomassa fresca foi avaliada a cada quinze dias após a

implantação dos tratamentos e os parâmetros avaliados foram:

- *Altura Caulinar da planta (AC)*: em cm, determinada através de medições da altura da planta com a utilização de uma régua



graduada, desde a superfície do solo até a dominância apical;

- *Diâmetro Caulinar (DC)* :em mm, determinado quinzenalmente com o auxílio de um paquímetro digital, verificando-se o diâmetro do caule da planta;
- *Numero de Folhas (NF)*, em unidade, e determinada pela contagem individual das folhas em cada planta.
- *Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)*: em  $\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , determinada pela seguinte equação 1.

$$\text{TCA} = (A_2 - A_1) / \text{Tempo} \quad (1)$$

Em que:

TCRC é a taxa de crescimento absoluta em altura,  $\text{cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ;

H é a altura (em dois períodos distintos), em cm;

T é o tempo (em dois tempos distintos), em dias.

- *Taxa de Crescimento Relativo em altura caulinar (TCR)*: em  $\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , determinada pela seguinte equação Equação 2.

$$\text{TCR} = (\text{LOG } A_2 - \text{LOG } A_1) / \text{Tempo} \quad (2)$$

Em que:

TCR é a taxa de crescimento relativo em altura  $\text{cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ;

H é a altura (em dois períodos distintos), em cm;

T é o tempo (em dois tempos distintos), em dias.

Foi determinado também o volume de água entre cada tratamento utilizado durante o ciclo da cultura, sendo considerado um estande de 31250 plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

Inicialmente os dados foram submetidos à Análise de Variância (Anova), quando significativos pelo teste F, foram submetidos à análise de regressão buscando-se ajustar equações com significados biológicos. Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustaram aos dados foram selecionadas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação. Os estudos da análise de variância e análise de regressão foram realizados com o auxílio de planilhas eletrônicas do Excel e do software "ASSISTAT 7.5 BETA" (Silva; Azevedo 2009).

## Resultados e Discussão

Os valores médios para número de folhas e diâmetro caulinar com a aplicação de diferentes concentrações de efluente tratado e água salina encontram-se descritos na Tabela 2. Na interação entre os tratamentos com água e no tempo, verifica-se que os maiores valores médios de folhas foram (76,6 unidade) e o diâmetro caulinar foi de (14 mm) estão no tratamento com 100% água de reuso com 60 dias após aplicação dos tratamentos. Ainda analisando a mesma tabela pode se constatar que quando as plantas foram irrigadas com 100% de A.R no tempo máximo (4) o número de folha foi superior em 35% comparada ao tratamento 100% A.A. e 130% a A.S. Esses percentuais para o diâmetro caulinar foi de 42% e 4,5% entre os mesmos tratamentos.

Verifica-se também que um crescimento linear para número de folha e diâmetro caulinar dentro de cada tratamento, onde (a) medida que a planta está relacionada como o desenvolvimento da planta no tempo, sendo aos 60 dias após aplicação dos tratamentos (DTA) as plantas tiveram um maior crescimento.

Em condições de estresse salino, é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, refletindo-se na redução da transpiração como alternativa para manter a absorção de água, uma dessas adaptações é a redução do número de folhas, o que explica os menores resultados obtidos pelas plantas cultivadas com água salina em relação A.A. e A. R. (Tabela 2). Trabalhos realizados com outras culturas também demonstram o efeito da salinidade sobre o número de folhas, em que segundo Oliveira et al. (2006) constataram redução no número de folhas em mamoneira e Oliveira et al. (2007), na cultura do milho pipoca, híbrido 'Jade'.

Percebe-se assim que a salinidade, além de reduzir o número de folhas, também reduz a área foliar individual. Segundo Tester e Davenport (2003) este decréscimo da área foliar, possivelmente, está relacionado com um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante.

A diminuição da área foliar do feijão Caupi sob condições de estresse salino é um mecanismo de extrema importância, uma vez que esta cultura é sensível à deficiência hídrica na zona radicular. A redução da área foliar sob

tais condições é importante para manutenção de elevado potencial hídrico na planta, obtido através da diminuição na transpiração (Dantas et al. 2003).

Na Tabela 3 pode se verificar que a irrigação com 100% de água de reuso

proporcionou melhor desenvolvimento as plantas de feijoeiro, em que apresentou uma altura de (30 cm), TCA ( $0,5511 \text{ cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) e TCR ( $0,0092 \text{ cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), apesar de nessas duas últimas variáveis não apresentarem diferença estatística entre as águas aplicadas.

**Tabela 2.** Número de Folhas (NF) Diâmetro Caulinar (DC) do feijão caupi, em função de diferentes concentrações de efluente tratado e água salina na água de irrigação.

Água	Tempo (Dias)	NF (unidade)	DC (mm)
100% A.P	15	12,00 Ac	3,33 Ad
100% A.P	30	18,2 Abc	7,27 abC
100% A.P	45	30,60 abB	10,71 abB
100% A.P	60	56,80 abA	13,41 abA
80% A.S + 20% A.R	15	12,80 Ab	4,07 Ac
80% A.S + 20% A.R	30	18,40 Ab	8,09 abB
80% A.S + 20% A.R	45	21,60 Bb	9,29 abcB
80% A.S + 20% A.R	60	41,20 bcA	12,06 abcA
50% A.S + 50% A.R	15	12,20 aB	3,49 aC
50% A.S + 50% A.R	30	15,80 aB	7,24 abB
50% A.S + 50% A.R	45	20,40 bB	8,46 bcB
50% A.S + 50% A.R	60	44,80 bcA	11,20 bcA
20% A.S + 80% A.R	15	12,60 aB	3,73 aC
20% A.S + 80% A.R	30	15,40 aB	6,30 bB
20% A.S + 80% A.R	45	23,80 bAB	8,21cB
20% A.S + 80% A.R	60	37,20 bcA	11,62 bcA
100% A.R	15	13,20 aC	3,68 aD
100% A.R	30	23,20 aC	8,87 aC
100% A.R	45	47,80aB	11,54 aB
100% A.R	60	76,60 aA	14,00 aA
100% A.S	15	12,40 aB	3,54 aC
100% A.S	30	15,20 aB	6,42 bB
100% A.S	45	21,20 bAB	7,40 cB
100% A.S	60	33,20 cA	9,85 cA

Segundo Cruz et al. (2008), testando concentrações crescentes de água residuária de suinocultura na produção de mudas de maracujazeiro-azedo, proporcionou um maior número de folhas quando utilizou-se uma concentração de 100% de água residuária, o que comprova que quanto maior a concentração do efluente residual, maiores as taxas de crescimentos das mudas. Este fato, também foi constatado por Alves et al. (2009), os quais observaram que as aplicações com água residuária não afetaram o desenvolvimento das plantas de algodão, onde a área foliar aumentou com o incremento das lâminas de irrigação da água residuária. De acordo com Ferreira et al. (2005), a taxa de crescimento das folhas é diretamente influenciada pelo suprimento de nitrogênio, o

que torna o mesmo um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa.

A variável altura é influenciada pelo tempo, onde aos 60 DAT obteve melhor desempenho, e o inverso foi observado com as TCA e TCR onde apresentaram maiores valores aos 15 dias. A TCA pode ser usada para se ter idéia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação (Benincasa 2003). A TCR considera o incremento (aumento em gramas de fitomassa seca) em relação ao que a planta apresentava anteriormente (material pré-existente), ou seja, é a medida da rapidez com que uma planta cresce quando comparada com o seu tamanho inicial (Benincasa 2003).

**Tabela 3.** Valores médios da Altura caulinar, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo em função de diferentes concentrações de efluente tratado e água salina na irrigação.

Água	Altura (cm)	TCA (cm <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	TCR (cm <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )
100% A.P	27,99 ab	0,5831 a	0,0106 a
80% A.S + 20% A.R	29,07 ab	0,4155 a	0,0067 a
50% A.S + 50% A.R	28,34 ab	0,4577 a	0,0077 a
20% A.S + 80% A.R	26,12 b	0,4311 a	0,0075 a
100% A.R	30,02 a	0,5511 a	0,0092 a
100% A.S	26,55 b	0,4000 a	0,0076 a
Tempo			
15	16,21 d	-	-
30	27,03 c	0,7013 a	0,0148 a
45	31,36 b	0,3268 b	0,0050 b
60	37,46 a	0,3911 b	0,0049 b

Os valores médios das variáveis (Tabela 4) entre os tratamentos, indicam que a resposta das plantas à aplicação do efluente tratado e água salina não foram influenciadas por valores aberrantes devido ao crescimento desproporcional das plantas.

Segundo Morales et al. (2001), nem todas as partes da planta são igualmente afetadas pela salinidade, bem como, a adaptação ao estresse salino varia entre espécies e em um mesmo genótipo pode variar entre estádios fenológicos. Na literatura, vários trabalhos mencionam que o uso de água residuária para irrigação de diversas culturas propicia o desenvolvimento das plantas, Ao contrário de Figueiredo *et al.* (2012) quando estudaram a produção do algodão colorido com água residuária, constataram que não houve efeito significativos para a água com reuso e composto orgânico, porém as plantas que receberam tratamento químico demonstraram um melhor desenvolvimento para número de capulhos.

Day et al. (1981) concluíram que as plantas irrigadas com efluente cresceram 30%

mais do que as plantas irrigadas apenas com água de poço. Os autores ainda relataram que esse aumento foi ocasionado devido à alta concentração de sais presentes na água de poço, inibindo a 159 germinações e limitando a retirada de nutrientes, e também a concentração de N existente no efluente, que, neste caso, não exerceu efeito deletério ao desenvolvimento das plantas, bem como aos componentes de produção e à qualidade das fibras do algodão.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 4, observamos que as plantas irrigadas com 100% de água de reuso, obtiveram maiores valores médios de MSF, MSC e conseqüentemente de MST, comparado aos demais tratamentos estudados. Em termos percentuais o tratamento 100% A.R foi superior em 45% (MSF), 24,78% (MSC) e 36% (MST) quando comparado a testemunha (100% A.A) e, superior em 53%, 47% e 51, respectivamente, MSF, MSC e MST, ao tratamento com 100% A.S.

**Tabela 4.** Valores médios da Massa Seca Foliar (MSF), Massa Seca do Caule (MSC) e Massa Seca Total (MST) de feijão caupi em função de diferentes concentrações de efluente tratado e água salina na irrigação.

Tratamento	MSF (g/planta)	MSC (g/planta)	MST (g/planta)
100% A.P	20,65 b	18,28 ab	38,93 ab
80% A.S + 20% A.R	22,67 ab	15,62 ab	38,29 b
50% A.S + 50% A.R	19,38 b	17,21 ab	36,59 b
20% A.S + 80% A.R	20,97 b	12,11 b	33,08 b
100% A.R	29,75 a	22,81 a	52,57 a
100% A.S	19,36 b	15,46 ab	34,83 b

Os resultados obtidos neste estudo corroboram com os resultados encontrados por Fonseca (2001), Azevedo (2004), Fonseca (2005) e Pereira (2006), quando os mesmos desenvolveram estudos nas regiões de Piracicaba e Botucatu, onde se utilizou efluente para irrigação de milho, alface, capim-Tifton 85 e Brachiária, respectivamente.

Vários estudos realizados, no âmbito mundial, relatam o aumento de rendimento em virtude do reuso agrícola. Após dez anos utilizando várias diluições de esgoto para irrigação de arroz, Chakrabarti (1995) concluiu que os nutrientes provenientes das águas residuárias e que foram acumulados no solo foram responsáveis pelo desenvolvimento e pelo incremento de produção. Vazquez-Montielet al. (1995) também acreditam o aumento de rendimento de milho e soja ao uso de efluente tratado. Contudo, mencionam que melhores rendimentos são conseguidos quando há um manejo adequado da lâmina aplicada e da concentração de nitrogênio incorporada ao solo através do efluente.

Num estudo feito por Azevedo et al. (2005), constataram que a água residuária tratada contribuiu de forma efetiva para uma maior produção do algodão em relação à água de abastecimento, sendo o valor superior em 65,98% em relação aos tratamentos que receberam apenas água de irrigação. Fonseca (2001), trabalhando com milho irrigado com efluente tratado, constatou o bom estado nutricional das plantas devido ao aproveitamento dos nutrientes presentes no

efluente, principalmente nitrogênio; o autor observou maior produção de matéria seca nas plantas irrigadas com efluente tratado em relação as irrigadas com água de abastecimento. Sendo que o mesmo foi observado na (Tabela 5), quando as plantas do feijoeiro foram irrigadas com efluente tratado.

Segundo Guidolin (2000), é imprescindível destacar o conteúdo dos elementos minerais presentes em efluentes urbanos brutos, destacando a presença de micronutrientes, como N, P e K, bem como de micronutrientes, como As, Cd, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Se e Zn, alguns deles necessários aos 13 desenvolvimento vegetal e outros até fitotóxicos. No que se refere aos patógenos, vetores de doenças ao ser humano, é preciso destacar que o solo atua como redutor do período de sobrevivência dos mesmos.

Na Tabela 5, pode-se constatar o volume de água utilizado na cultura do feijoeiro, sendo considerado um dóssel de 31250 plantas ha<sup>-1</sup>. Verifica-se que nas condições estudadas foi necessário um volume de 611,7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> durante o ciclo do feijão no tratamento (100% A.A), pois esse mesmo volume foi aplicado nos demais tratamentos. Analisando a mesma tabela podemos ver que durante o ciclo da cultura foi economizado um total de 611,7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de água de boa qualidade quando aplicou 100% A.R, mostrando que essa técnica pode ser perfeitamente empregada dentro de suas especificidades de contaminação.

**Tabela 5.** Volume de água utilizado na cultura do feijão caupi

Tratamentos	Água de Abastecimento (m <sup>3</sup> )	Água de reuso (m <sup>3</sup> )	Água salina (m <sup>3</sup> )
100% A.P	611,7	-	-
80% A.S + 20% A.R	-	122,3	489,3
50% A.S + 50% A.R	-	305,8	305,8
20% A.S + 80% A.R	-	489,3	122,3
100% A.R	-	611,7	-
100% A.S	-	-	611,7

Considerando que os recursos hídricos acessíveis ao consumo humano direto constituem uma fração mínima do capital hidrológico, observa-se ainda a cada dia que a água, em escala mundial, é um recurso cada

vez mais escasso, seja pelo crescimento da população e de atividades econômicas, com aumento da demanda, seja pela redução da oferta, esta condicionada especialmente pela poluição dos mananciais. Por via de

consequência, o preço teórico da água tende a elevar-se, tendo em vista que a demanda está aumentando e a oferta diminuindo.

Segundo Brega Filho e Mancuso (2002), a prática de reuso de água no meio agrícola, além de garantir a recarga do lençol freático, serve para fertirrigação de diversas culturas, bem como para fins de dessedentação de animais. A utilização de água proveniente de reuso é diferenciada para irrigação de plantas não comestíveis (silvicultura, pastagens, fibras e sementes) e comestíveis (nas formas cruas e cozidas), necessitando essas de um nível maior de qualidade. Porém, conforme Beekman (1996), grandes volumes de águas servidas podem ser utilizadas em categorias de reuso, como agricultura irrigada e recarga de aquíferos, devendo-se atentar para suas limitações sanitárias e ambientais de aplicação.

Israel convive com a escassez de água, a qual é um fator limitante para suas possibilidades de produção agrícola. Nesse país, a agricultura irrigada consome mais de 65 % de todo o efluente produzido anualmente (HARUVY, 1997). Estima-se que, em 2040, as atividades agrícolas consumirão 1,4 bilhões de m<sup>3</sup> anualmente, cerca de 40% da demanda total de água do país. Deste total, 1,0 bilhão de m<sup>3</sup> ou 70%, serão supridos por efluentes tratados (HARUVY, 1997).

### **Conclusão**

Diante das condições edafoclimáticas a aplicação de 100% água de reuso proporcionou melhores desempenhos de NF, DC, Altura, TCA, TCR, MSF, MSC e MST.

Foram economizados 611,7 m<sup>3</sup> de água potável durante o cultivo do feijoeiro, tornando a mesma viável para a agricultura.

### **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.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- AZEVEDO, L. P. **Avaliação da qualidade microbiológica e da produção de alface americana sob diferentes sistemas de irrigação utilizando águas residuárias**. 2004, 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.
- AZEVEDO, M. R. de Q. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; KONIG, A.; AZEVEDO, C. A. V. de; PORDEUS, R. V.; TAVARES, T. de L. Análise comparativa da produção do algodoeiro herbáceo irrigado com água residuária e água de abastecimento e adubação nitrogenada. In: **Congresso Brasileiro de Algodão**, 5, 2005, Salvador. **Anais...** Salvador, 2005.
- BANDEIRA, G. R. L.; PINTO, H. C. S.; MAGALHÃES, P. S.; ARAGÃO, C. A.; QUEIROZ, S. O. P.; SOUZA, E. R.; SEIDO, S. L. Manejo de irrigação para cultivo de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.2, 2011.
- BEEKMAN, G. B. Qualidade e conservação da água. In: **Encontro Nacional De Assistência Técnica E Extensão Rural**, 1996, Brasília. Conferência. Brasília: Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de Crescimento de Plantas: noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2003. 41p.
- BRASIL, Terra o Planeta Azul, Disponível em: [http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos\\_agua\\_doce/terra\\_o\\_planeta\\_azul.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/terra_o_planeta_azul.html). Acesso em: 12 de mar de 2014
- BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reuso de água. In: **Reuso de água**; Capítulo 2. Eds. P. C. Sanches Mancuso e H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. São Paulo, 2002.
- CHAKRABARTI, C. Residual effects of long-term land application of domestic wastewater. **Environmental International**, Surrey, v. 21, p.333–339, 1995.
- CRUZ, M. C. M et al. Utilização de água residuária de suinocultura na produção de mudas de maracujazeiroazedo cv redondo amarelo. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal -



- SP, v. 30, n. 4, p. 1107-1112, Dezembro 2008.
- DANTAS, J. P.; FERREIRA, M. M. M.; MARINHO, F. J. L.; NUNES, M. S. A.; QUEIROZ, M. F.; SANTOS, P. T. A. Efeito do estresse salino sobre a germinação e produção de sementes de caupi. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.24, n.2, p.119-130, 2003.
- DAY, A. D.; Mc FADYEN, J. A.; TUCKER, T. C.; CLUFF, C. B. Effects of municipal wastewater on the yield and quality of cotton. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.10, p.47-49, 1981.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. **Pimentas (*capsicum spp.*)**. Sistemas de produção 2. 2007. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp/](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/)>. Acesso em: 20 nov. 2013.
- FEITOSA, T.; dos SANTOS GARRUTI, D.; LIMA, J. R.; MOTA, S.; BEZERRA, F. M. L.; de AQUINO, B. F.; dos SANTOS, A. B. Qualidade de frutos de melancia produzidos com reuso de água de esgoto doméstico tratado. **Revista Tecnologia**, Fortaleza-CE, v.30, n.1, p.53-60, junho, 2009.
- FERREIRA, O. E.; BELTRÃO, N. E. M.; KONIG, A. Efeitos da aplicação de água residuária e nirogênio sobre o crescimento e produção do algodão herbáceo. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 9, n. 01/03, p. 893-902, 2005.
- FIGUEIREDO, A. M. F. de. MELO, A. A. de. AZEVEDO C. A. V. de. LIMA, V. L. A. de. DANTAS NETO, J. PINHEIRO I. de F. S. Crescimento e produção do algodão colorido com água residuária doméstica tratada e composto orgânico. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.27, n.1, p 19-24, 2012.
- FONSECA, A. F. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela a aplicação de efluente de esgoto tratado**. 2001. 126p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.
- FONSECA, A. F. **Viabilidade agrônomo-ambiental da disposição de efluente tratado em um sistema solo-pastagem**. 2005. 126p. Tese de (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- GUIDOLIN, J. C. Reuso de efluentes. Brasília: **Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente**, 2000.
- HARUVY, N. Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost-benefit analysis. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 66, p.133-119, 1997.
- LIMA, C.J.G.S. et al. Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.2, n.2, p.79-86, 2007. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br/>>. Acesso em: 26 abr. 2010.
- LIMA, G. G.; RIBEIRO, S. C. Geomorfologia e paisagem do município de Juazeiro do Norte/CE: relações entre a natureza semiárida e os impactos antrópicos. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.2, n.4, p.520-530, 2012.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução: PRADO, C. H. B. A. São Carlos, SP: RIMA, 2000. 531p.
- MORALES, M. A.; OLMOS, E.; TORRECILLAS, A.; ALARCON, J. J. Differences in water relations, leaf ionaccumulation and excretion rates between cultivated and wild species of *Limonium* sp. grown in conditions of saline stress. **Flora**, Jena, v.196, n.5, p.345-352, 2001.
- OLIVEIRA, E. L.; PEREIRA R. A. C. Reúso de efluentes de tratamento de esgoto em irrigação por subsuperfície. Publicação técnica, **21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2001.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; LIMA, C. J. G. S.; GALVÃO, D. Desenvolvimento inicial do milho-pipoca ‘Jade’ irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, Mossoró, v.2, n.1, p.45-52, 2007.
- OLIVEIRA, M. K. T.; OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.;



- GUIMARÃES, I. P. Efeito de diferentes teores de esterco bovino e íveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis*). **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, Mossoró, v.1. n.1, p.68-74, 2006.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHAL, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**: Campina Grande: UFPB. 2000. 117 p.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: **World Congress on Computers In Agriculture**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SOUSA, J. T.; *et al.* Efluentes tratados utilizados na agricultura. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2003, Curitiba-PR. **Anais...** ABRH, 2003 p.1-12.
- TAVARES, P. R. L.; CASTRO, M. A. H. de; COSTA, C. T. F. de; SILVEIRA, J. das G. P. da; ALMEIDA JÚNIOR, F. J. B. de. Mapeamento da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas localizadas na Bacia Sedimentar do Araripe, Estado do Ceará, Brasil. **Revista. Escola de Minas**, Ouro Preto, v.62, n.2, 2009.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, Oxford, v.91, p.503-527, 2003.
- VAZQUEZ-MONTIEL, O.; HORAN, N.J.; MARA, D.D. **Management of domestic wastewater for reuse in irrigation**. **Water Science and Technology**, Oxford, v.33, p.355-362, 1996.

