

CULTIVO DE RABANETE IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA EM AMBIENTE PROTEGIDO

Rigoberto Moreira de Matos¹, Patrícia Ferreira da Silva², Sabrina Cordeiro de Lima³,
Ademar de Assis Cabral⁴, José Dantas Neto⁵

¹ Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande,
(rigobertomoreira@gmail.com), Campina Grande – PB

² Doutoranda em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina
Grande - PB

³ Graduanda em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina
Grande - PB

⁴ Mestre em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande - PB

⁵ Professor Titular da unidade Acadêmica de Engenharia agrícola, Universidade
Federal de Campina Grande - PB

Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015

RESUMO

A escassez de recursos hídricos tem aumentado a pressão por água de boa qualidade, sendo a irrigação com efluentes uma alternativa para o cultivo em regiões que enfrentam a deficiência hídrica, sem afetar o rendimento e qualidade das culturas. Objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos da água residuária tratada pelos sistemas Wetland e Wetland + UASB aplicados via três tipos de sistemas de irrigação, sob as variáveis de crescimento e produção do rabanete. O experimento foi conduzido no período de abril a maio de 2014, desenvolvido em lisímetros de drenagem em condições de ambiente protegido. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 3x3, com 4 repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. As variáveis MFR, MFC, MFF, MSR, MSC e MSF foram influenciados significativamente pela interação dos fatores estudados ao nível de 5 e 1%. A utilização da água residuária tratada por Wetland + UASB e Wetland associada ao sistema de irrigação por gotejamento favoreceu as variáveis de crescimento do rabanete obtendo as maiores médias. A massa fresca de caule na água tratada por Wetland + UASB foi superior à água de abastecimento em 43%. A produção do rabanete aumentou com a utilização da água tratada por Wetland.

PALAVRAS-CHAVE: efluentes tratados, massa fresca e seca, número de tubérculos

RADISH CULTIVATION IRRIGATED WITH WASTEWATER TREATED IN GREENHOUSE

ABSTRACT

The scarcity of water resources has increased the pressure good water, being irrigation with wastewater an alternative for growing in regions facing water stress without affecting the yield and quality of crops. The objective of this study was to evaluate the effects of wastewater treated by wetland and wetland + UASB applied

through three types of irrigation systems under growth variables and production of radish. The experiment was carried out from april to may 2014, developed in drainage lysimeters in protected cultivation. The design was used in a randomized block design (RBD) in a 3x3 factorial scheme, with four repetitions, totaling 36 experimental plots. The variables MFR, MFC, MFF, MSR, MSC and MSF were significantly influenced by the interaction of the factors studied at 5 and 1%. The use of wastewater treated by UASB + Wetland and Wetland associated with the drip irrigation system favored the radish growth variables obtaining the highest average. The fresh weight of stem in water treated by Wetland + UASB was higher than the water supply and 43%. Production of radish increased with the use of water treated by wetland.

KEYWORDS: treated effluent, fresh and dry weight, number of tubers

INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L) é uma olerícolas da família Brassicaceae, planta de pequeno porte, sua parte comestível é a raiz carnuda, de formato globular, ovoides ou alongado, de coloração escarlate brilhante e polpa branca (FILGUEIRA, 2008). É uma hortaliça pouco exigente em fertilidade do solo, porém, adubos orgânicos favorecem o desenvolvimento e produção da cultura, permitindo maior produtividade em relação aos bulbos.

No Brasil a cultivar de maior aceitação é a Crimson Gigante, por possuir características como raízes tuberosas arredondadas, coloração vermelha intensa, polpa crocante e diâmetro variando de quatro a cinco cm e retorno rápido, destaca-se entre os olericultores, por apresentar ciclo curto e rusticidade, sendo a colheita realizada de 25 a 35 dias após a semeadura (CECÍLIO FILHO et al., 2007).

O desenvolvimento agrícola em regiões com escassez de recursos hídricos exige novas estratégias, no sentido de potencializar a produtividade e minimizar os riscos na produção. Com o aumento da população mundial, a produção de alimentos com base apenas na estação chuvosa não é suficiente. Neste contexto, é importante avaliar e adequar cada um dos fatores que compõem o sistema de produção, incluindo a eficiência e o manejo da água de irrigação (DANTAS et al., 2014).

Diante da escassez dos recursos hídricos e da demanda crescente por água de boa qualidade, diversos estudos têm sido conduzidos ao longo dos anos a fim de buscar alternativas viáveis para irrigação utilizando águas de qualidade inferior, assim o reuso de águas para fins de irrigação contribui para o controle da poluição ambiental, economia de água e fertilizantes, reciclagem de nutrientes e aumento da produção agrícola (SILVA et al., 2011).

De acordo com ASANO et al., (2007) e BERTONCINI (2008) a utilização de água tratada na agricultura irrigada fornece, além de água, alguns nutrientes para as plantas, entretanto, devido ao uso de forma inadequada há um acúmulo de resíduos no solo que deve ser constantemente monitorado, para que não haja contaminação do sistema solo-água-planta.

Estudos efetuados em diversos países demonstraram que a produtividade agrícola aumenta significativamente em áreas irrigadas com água residuária, desde que estas culturas sejam adequadamente manejadas (SOUZA et al., 2010; FREITAS et al., 2014).

De acordo com JAVAREZ-JR et al., (2010) os efluentes domésticos são uma

fonte natural de fertilizantes que pode proporcionar uma boa produtividade das culturas fertirrigadas, o que, segundo os autores, tem levado ao crescimento do seu uso em cultivos agrícolas. Estudos já demonstraram que o uso de efluentes domésticos na agricultura pode aumentar a produtividade agrícola em até 60% devido ao seu considerável conteúdo de N (tanto na forma orgânica, como mineral), Ca, Mg e P (ALMEIDA et al., 2012; LUDWIG et al., 2012).

Dada à relevância da temática, objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos da água residuária tratada pelo sistema Wetland e Wetland + UASB aplicados via três tipos de sistemas de irrigação, sobre as variáveis de crescimento e produção do rabanete.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Federal de Campina Grande - PB, no período de abril a maio de 2014, em estufa plástica pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campina Grande - PB. Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 07° 13' 11" de latitude sul e 35° 53' 31" de longitude oeste, a uma altitude média de 550 m.

O solo utilizado na pesquisa é classificado como Vertisolo Litólicos Eutróficos, sendo de textura franca - arenosa, cujas características físicas e químicas na profundidade de 0,0 - 0,2 m na Tabela 1, conforme metodologia da EMBRAPA, (2013).

TABELA 1. Caracterização físico-química do solo utilizado no experimento.

PH	M.O	P	S	K	Na	Ca	Mg	Al	H
(%)	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mmol _c	mmol _c	mmol _c	mmol _c	mmol _c	mmol _c
7,04	0,96	4,97	7,10	0,25	0,20	3,55	3,10	0,00	0,00
Densidade	Areia			Silte			Argila		
(g cm ⁻³)	-----			-----			-----		
1,33	85,05			8,04			6,91		

Os tratamentos foram compostos pela combinação de dois fatores: três qualidades de água (Água residuária tratada pelo sistema Wetland construído, Água residuária tratada pelo sistema UASB+Wetland construído e Água de abastecimento público (Testemunha) e três sistemas de irrigação: gotejamento superficial, gotejamento subsuperficial (enterrado) e microaspersão.

O delineamento estatístico adotado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, de modo que os fatores estudados foram arranjados em esquema fatorial 3 x 3. Os nove tratamentos propostos foram dispostos em 36 parcelas, ou seja, 36 vasos de 66 L espaçados 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre linhas. Cada unidade experimental foi composta por um vaso com orifícios na parte inferior, contendo uma camada de 1 cm de brita nº 1, recoberta com manta geotêxtil para facilitar a drenagem; os vasos foram completados com cerca de 65 kg de solo.

A cultivar de rabanete utilizada foi a Crimson Gigante, uma das mais plantadas por pequenos produtores em cinturões verdes das grandes cidades, pois apresenta

rusticidade, ciclo curto e rápido retorno financeiro. As mudas foram produzidas em bandejas de polietileno expandidas de 128 células, preenchidas com substrato comercial. O transplântio foi realizado utilizando-se uma muda por vaso, quando apresentava de três a quatro folhas definitivas, o que ocorreu por volta dos 10 dias após a semeadura.

As águas utilizadas para irrigação foram provenientes de água potável e residuária tratada. A água potável, oriunda da rede de abastecimento público da cidade de Campina Grande – PB, já a água residuária tratada derivada dos sistemas de tratamento de efluentes UASB e Wetland construído. Estes sistemas de tratamento de água residuária para reuso na agricultura irrigada recebem efluente bruto do riacho Bodocongó que atravessa o Campus da UFCG – Campina Grande, com água drenada do esgoto doméstico dos bairros da cidade.

Os sistemas denominados wetlands construídos foram instalados com dispositivos de alimentação de distribuição e de saída. O tanque foi construído em alvenaria de cinco metros de comprimento por dois metros de largura e 0,65 m de profundidade, com substrato de areia e o tipo de vegetação usada nos sistemas deste wetlands construídos é a Typhasp, que foi obtido da lagoa de estabilização, alimentada pelo riacho onde está localizada a Estação de Tratamento de Efluente - ETE.

O sistema de pressurização utilizado no experimento constou de três motobombas centrífuga de 0,5 cv. A operação de funcionamento da bomba, quanto ao horário de início e término de cada ciclo de aplicação, foi realizada manualmente obedecendo aos horários de início, duração de aplicação. Cada cabeçal de controle estava composto por filtro de tela de 1", com capacidade para $5,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ de vazão e 1 manômetro do tipo Bourdon.

A mangueira gotejadora utilizada no experimento é da Rain Bard™, modelo XFS 0612500 autocompensante, com espaçamento entre gotejadores de 0,30 m e a pressão recomendada para funcionamento, segundo o fabricante, varia de 60 a 420 kPa. Esta foi utilizada para o gotejamento superficial e subsuperficial com vazão nominal de $2,3 \text{ L h}^{-1}$. O microaspersor utilizado foi o Hadar 7110 bocal laranja com vazão nominal de 75 L h^{-1} .

Avaliou-se o sistema de irrigação sob condições de $1,5 \text{ kgf cm}^{-2}$ de pressão de operação, tendo apresentado coeficiente de uniformidade de 96, 98 e 92% respectivamente, para gotejo superficial, subsuperficial e microaspersão. O manejo da irrigação, o turno de rega e a lâmina de água, obteve-se pela evapotranspiração da cultura (ETc) foi obtida a partir das leituras de drenagem nos lisímetros, que indicaram através do balanço médio de entrada e saída de água, conforme a Equação 1.

$$ETc = I - D \quad (1)$$

Onde:

ETc – evapotranspiração da cultura, em mm dia^{-1} ;

I – lâmina aplicada pela irrigação, em mm; e

D – lâmina de drenagem no lisímetro, em mm.

Aos 35 dias após o transplântio avaliou-se: as massas frescas da raiz (MFR), do caule (MFC), e da folha (MFF) e as massas secas da raiz (MSR), do caule (MSC) e da folha (MSF), pesados imediatamente após a colheita em balança de precisão de 0,01 g. Para análise da massa seca, foram adicionadas em embalagens de papel devidamente identificadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir peso constante, por 48 horas. Após secagem, as amostras foram pesadas em balança de precisão de 0,01g de precisão.

O número de tubérculos comerciais (NC) e número não comerciais (NNC) obtidos através de contagem de tubérculos das plantas, considerando-se comercial o tubérculo com pelo menos 2 cm de diâmetro que não apresentava rachadura; número de tubérculos rachados (NR) cômputo dos tubérculos rachados das plantas; e número total de tubérculos (NT) contagem total de todos os tubérculos.

As variáveis foram analisadas estatisticamente pelo teste F desdobrando-se as análises sempre que a interação fosse significativa sendo a comparação de médias com base no teste de Tukey a 5%. Os fatores foram analisados estatisticamente com auxílio do programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as massas frescas da raiz (MFR), caule (MFC), e folha (MFF) e as massas secas da raiz (MSR), caule (MSC) e folha (MSF), em função da qualidade da água e do sistema de irrigação utilizado no cultivo de rabanete aos 35 dias após o transplântio, encontra-se na Tabela 2.

A partir da análise de variância, verificou-se efeito significativo da qualidade de água (A) ao nível de ($p > 0,01$) apenas para as variáveis: massa fresca da raiz (MFR) e massa seca do caule (MSC). Obteve-se diferença significativa para massa fresca do caule (MFC) e massa fresca da folha (MFF), ao nível de 5% significância. Já para a massa seca da raiz (MSR) e a massa seca da folha (MSF), não se obteve resposta significativa ao nível de $p > 0,05$ pelo teste F.

A análise de variância para o sistema de irrigação (SI) evidenciou efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a massa fresca do caule (MFC), massa fresca da folha (MFF), massa seca da raiz (MSR) e massa seca do caule (MSC). Não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F para as variáveis: massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da folha (MSF).

Analisando a interação qualidade da água de irrigação (A) e sistema de irrigação (SI), foi constatado efeito significativo ao nível de $p > 0,01$ para as variáveis: massa fresca da raiz (MFR), caule (MFC), folha (MFF) e as massas secas do caule (MSC) e da folha (MSF). Apenas a massa seca da raiz (MSR) diferiu estatisticamente proporcionando efeito significativo a nível de $p > 0,05$ pelo teste F.

Discordando dos resultados obtidos por DANTAS et al., (2014) que avaliando a viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.) observou-se que não ocorreram diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey de todas as variáveis analisadas.

TABELA 2. Resumo da análise de variância para as massas frescas da raiz (MFR), do caule (MFC), e da folha (MFF) e as massas secas da raiz (MSR), do caule (MSC) e da folha (MSF), em função da qualidade da água e do sistema de irrigação para o cultivo de rabanete aos 35 dias após o transplântio.

Fontes de Variação	GL	----- Quadrado médio -----					
		MFR	MFC	MFF	MSR	MSC	MSF
Água (A)	2	9,91 ^{**}	105,33 [*]	142,52 [*]	0,002 ^{ns}	1,37 ^{**}	1,55 ^{ns}
Sis. Irrigação (SI)	2	0,62 ^{ns}	352,08 ^{**}	286,02 ^{**}	0,02 ^{**}	2,76 ^{**}	1,32 ^{ns}
Interação (A) x (SI)	4	5,22 ^{**}	134,79 ^{**}	21065 ^{**}	1,01 [*]	0,31 ^{**}	2,24 ^{**}
Bloco	3	0,12 ^{ns}	44,17 ^{ns}	18,62 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,23 ^{ns}
Resíduo	24	0,34	23,75	39,47	0,004	0,07	0,56
CV (%)	-	18,08	25,32	24,61	20,98	21,09	26,26
Média Geral	-	3,23	19,25	25,53	0,31	1,30	2,87

ns - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

O desdobramento da interação para a massa fresca da raiz (MFR) em função dos três tipos de qualidade da água dentro dos sistemas de irrigação encontra-se na Figura 1. Observa-se na Figura 1A que a interação água de abastecimento aplicado via irrigação microaspersão e gotejamento subsuperficial produziram a maior massa fresca de raiz, com uma média de 2,55 g planta⁻¹. Já o gotejamento superficial proporcionou média de 2,23 g planta⁻¹.

Diferentemente da interação da água de abastecimento, a água de Wetland + UASB aplicada pelo sistema de gotejamento superficial obteve a maior média de massa fresca de raiz, cerca de 4,50 g planta⁻¹. Enquanto que a microaspersão e a irrigação subsuperficial obteve médias de 2,19 e 2,33 g planta⁻¹, respectivamente, Figura 1B. A qualidade da água do Wetland fornecida à cultura do rabanete através do sistema microaspersão apresentou maior média com 5,34 g planta⁻¹, logo os dois sistemas de gotejamentos resultaram em menores médias Figura 1C.

Para a massa fresca da raiz (MFR), as águas tratadas pelos sistemas Wetland + UASB e Wetland, produziram as maiores médias, sendo que este último obteve a maior média. Quanto ao sistema de irrigação, a microaspersão proporcionou melhor resposta ao desenvolvimento da raiz. Isto pode ser justificado em função do sistema de irrigação por microaspersão aplicar a lâmina mais rapidamente favorecendo a infiltração nas camadas mais profundas do solo permanecendo por mais tempo disponível para as plantas e dificultando a evaporação, fazendo com que o sistema radicular da cultura procure se deslocar para as camadas mais profundas em busca de água e nutrientes. Diferentemente dos sistemas de irrigação por gotejamentos que aplicam água com baixa intensidade na camada superficial do solo fazendo com que as raízes fiquem na zona superficial.

DANTAS et al., (2014) verificaram em estudo que a média de massa fresca de raiz foi de 14,19 g, resultado este bem superior ao encontrado no presente trabalho. Isto pode ser justificado pela maior concentração de nutrientes encontrada na água de esgoto utilizada pelos autores, que favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

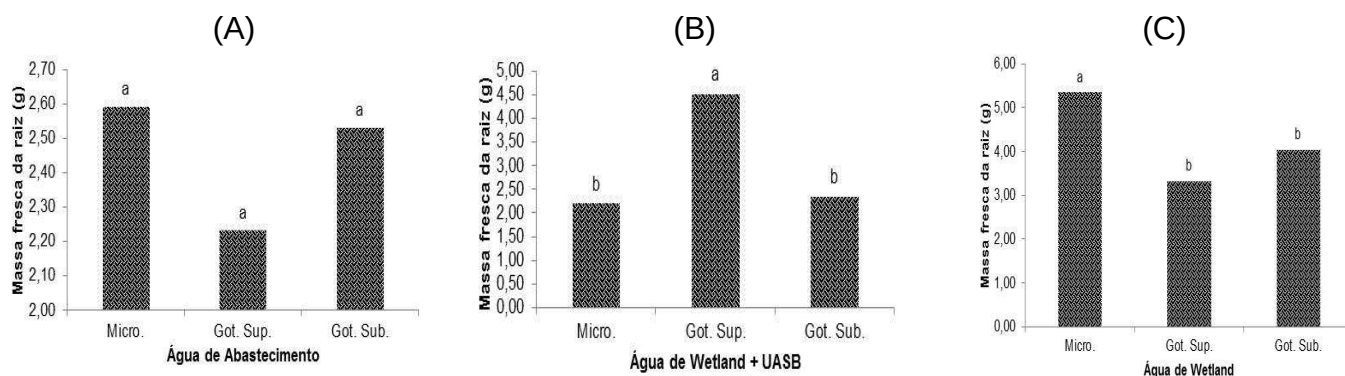


FIGURA 1. Médias da massa fresca da raiz relativas ao desdobramento da interação dos sistemas de irrigação para água de abastecimento (A), água do Wetland + UASB (B) e água de Wetland (C) para o cultivo do rabanete aos 35 dias após o transplantio.

Em estudos sobre o efeito da água residuária de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de pimenta cambuci e quiabo, OLIVEIRA et al., (2012) obtiveram a melhor resposta para a massa fresca da raiz com o tratamento utilizando 100% de água residuária, com uma média de 0,31g, cerca de 3,5 vezes superior ao valor encontrado com 100% de água de abastecimento.

COSTA et al., (2012) observaram maiores valores de massa fresca da raiz no tratamento aplicando 100% de água residuária, média de 4,18g, enquanto que o tratamento com 100% de água de abastecimento produziu uma média de apenas 3,48g. Resultados estes que corroboram com os obtidos no presente estudo utilizando a mesma cultivar.

O desdobramento para a massa fresca do caule em função do tratamento água de abastecimento dentro dos três tipos de irrigação (Figura 2A) demonstrou que a interação água de abastecimento com gotejamento subsuperficial resultou em maior massa fresca do caule, mesmo não havendo diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% entre os sistemas de irrigação.

A interação para a massa fresca do caule em função da água de Wetland + UASB, encontra-se na Figura 2B. Observa-se que não houve diferença significativa entre os sistemas de irrigação mesmo o gotejamento superficial produzindo cerca de 43% a mais de massa fresca de caule em relação à água de abastecimento.

Para a água de Wetland dentro dos sistemas de irrigação Figura 2C, verificou-se que o sistema de irrigação localizado superficial diferiu das demais pelo teste de Tukey a ($p > 0,05$) de probabilidade. Aumentando os valores de massa fresca produzida em relação às águas de Wetland + UASB e abastecimento, com acréscimo de 48 e 91%, respectivamente.

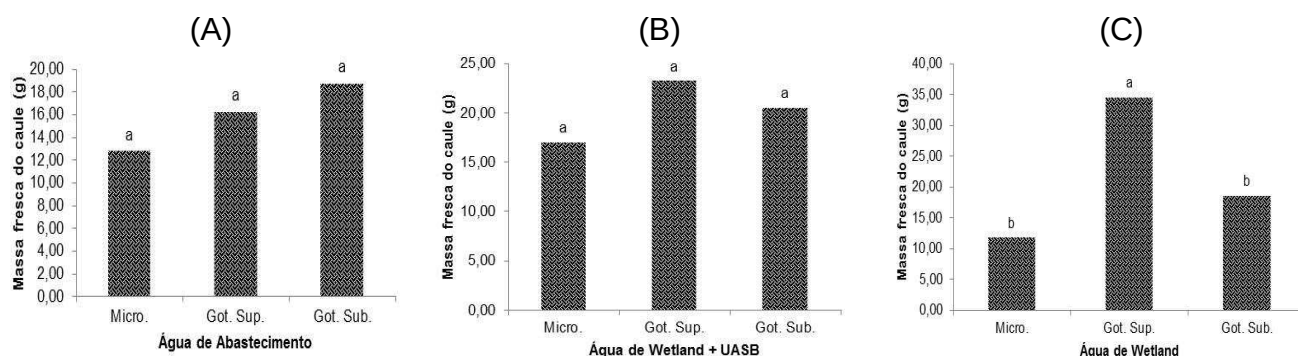


FIGURA 2. Médias da massa fresca do caule relativos ao desdobramento da interação dos sistemas de irrigação para água de abastecimento (A), água do Wetland + UASB (B) e água de Wetland (C) para o cultivo do rabanete aos 35 dias após o transplantio.

LIMA et al., (2011) estudando a reutilização de água residuária na produção de mudas de abóbora e jiló, obtiveram resultados significativos entre tratamentos para massa fresca do caule, encontrando um maior rendimento para o tratamento com 75% de água residuária, cerca de 133% a mais em relação ao tratamento com 100% de água de abastecimento. Discordando de SOUZA et al., (2010), que em estudo utilizando água residuária e adubação orgânica em cultivo de girassol, não verificaram efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, para a massa fresca do caule (MFC).

A massa fresca da folha diferiu estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para a interação água de abastecimento tipo de sistema de irrigação, (Figura 3^a). Verificou-se que o tratamento utilizando gotejamento subsuperficial diferiu dos demais tipos de irrigação, produzindo cerca de 18,25 g de massa fresca de folha.

Os sistemas de irrigação não diferiram estatisticamente entre si ao nível de $p > 0,01$, utilizando efluente tratado pelo Wetland + UASB, mesmo obtendo no gotejamento subsuperficial uma maior média de produção de massa fresca da folha (MFF) em relação aos demais sistemas (Figura 3B).

A produção de massa fresca da folha obtida com água tratada pelo sistema Wetland foi a maior, destacando-se o gotejamento superficial com média de 37g, (Figura 3C), o que pode ser justificado pela maior quantidade de nutrientes depositados no solo e prontamente assimiláveis pelas plantas, uma vez que os efluentes domésticos constituem-se em fonte natural de fertilizantes minerais que proporcionam boa produtividade das culturas fertirrigadas (JAVAREZ-JR et al., 2010),

SANTOS JÚNIOR et al., (2011) em experimentação com doses de boro e irrigação com água residuária na produção do girassol, verificaram que a massa fresca da folha apresentou melhor rendimento utilizando água residuária, sendo significativo a 1%. Já os tratamentos com doses de boro não influenciaram o desenvolvimento da massa fresca. ANDRADE et al., (2012) também observaram que a água residuária influencia ao nível de 1% o desenvolvimento das culturas.

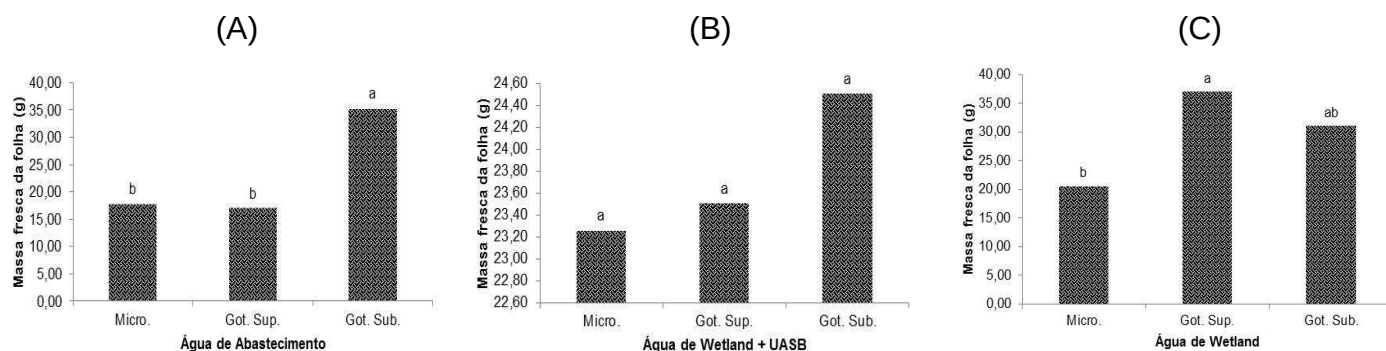


FIGURA 3. Médias da massa fresca da folha relativos ao desdobramento da interação dos sistemas de irrigação para água de abastecimento (A), água do Wetland + UASB (B) e água de Wetland (C) para o cultivo do rabanete aos 35 dias após o transplântio.

O desdobramento da interação para a massa seca da raiz em função da qualidade da água de abastecimento dentro dos tipos de sistemas de irrigação encontra-se na Figura 4A. Mesmo não diferindo estatisticamente entre si, houve uma maior produção de massa seca da raiz de rabanete irrigado pelo gotejamento superficial.

Observou-se que para a água de Wetland + UASB os sistemas de irrigação não influenciaram a resposta do rabanete submetido à água residuária, mesmo o gotejamento superficial proporcionando maior média, não houve muita diferença em relação à água de abastecimento (Figura 4B).

A água de Wetland dentro dos sistemas de irrigação proporcionou diferença significativa ao nível de $p > 0,01$ pelo teste de tukey sobre a massa seca da raiz, mesmo havendo um aumento da massa seca produzida pelo gotejamento superficial, diferiu apenas da microaspersão, e não diferindo do gotejo subsuperficial (Figura 4C).

Em estudo sobre o efeito de diferentes tipos de água residuárias e de abastecimento no cultivo da mamoneira irrigada, XAVIER et al., (2014) verificaram efeito significativo a 1% de probabilidade da massa seca da raiz em resposta a irrigação com água residuária.

LACERDA et al., (2011), estudando a influencia da irrigação com águas residuárias no rendimento do feijão de porco, verificaram diferença estatística significativa a nível de 5%, sendo que a água da lagoa de estabilização proporcionou maior média que a água da piscicultura. Concordando com os resultados do presente estudo, mesmo em condições diferenciadas.

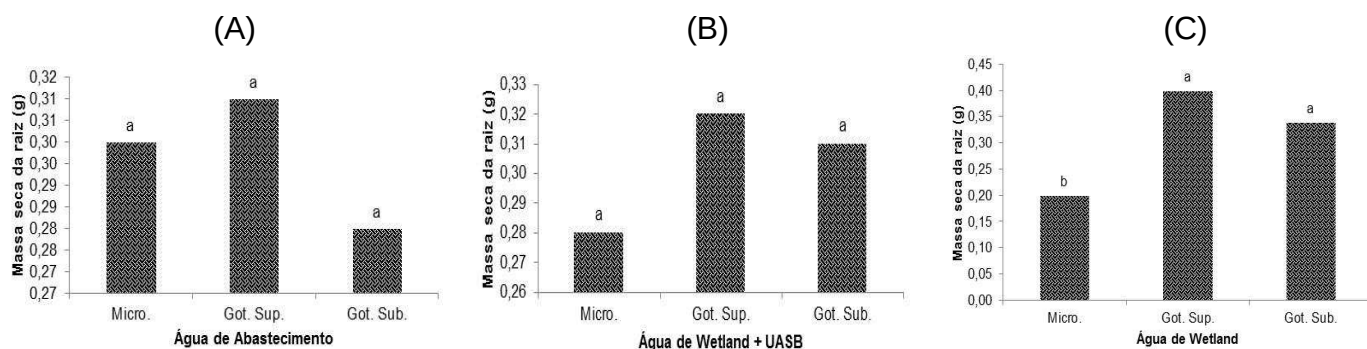


FIGURA 4. Médias da massa seca da raiz relativos ao desdobramento da interação dos sistemas de irrigação para água de abastecimento (A), água do Wetland + UASB (B) e água de Wetland (C) para o cultivo do rabanete aos 35 dias após o transplantio.

As médias relativas à massa seca do caule da interação dos sistemas de irrigação para água de abastecimento encontram-se na Figura 5A. Constatou-se significância em nível de 0,01 de probabilidade, sendo que o sistema de irrigação por gotejamento superficial diferiu estatisticamente em relação ao gotejo subsuperficial e microaspersão, proporcionando maior rendimento de massa seca.

O gotejamento superficial aplicando água tratada do sistema Wetland + UASB na produção de matéria seca do caule, conforme a Figura 5B, produziu cerca de 58 g planta⁻¹ de massa seca a mais que os outros sistemas de irrigação e 67 g planta⁻¹ a mais do que produziu o gotejamento utilizando água de abastecimento.

Para a água tratada por Wetland dentro dos sistemas de irrigação (Figura 5C), verificou-se que o sistema de irrigação por gotejamento superficial diferiu do gotejamento subsuperficial e da microaspersão, sendo os menores valores para massa seca do caule obtido no sistema por microaspersão. Em todas as variáveis a água de Wetland produziu as maiores médias.

Analisando o desenvolvimento do feijão caupi sob influência da irrigação com água residuária de esgoto doméstico tratado, REBOUÇAS et al., (2010) observaram acréscimo na massa seca do caule, corroborando com este estudo que aumentou significativamente a massa seca do caule com aplicação de água residuária tratada.

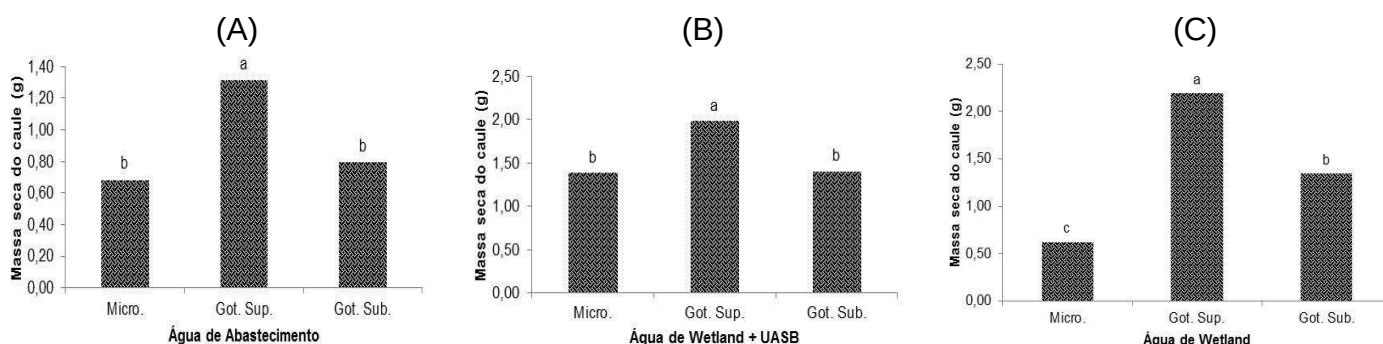


FIGURA 5. Médias da massa seca do caule relativos ao desdobramento da interação dos sistemas de irrigação para água de abastecimento (A), água do Wetland + UASB (B) e água de Wetland (C) para o cultivo do rabanete aos 35 dias após o transplantio.

OLIVEIRA et al., (2012) não evidenciaram resposta significativa a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey para a massa seca do caule, em estudo sobre o efeito da água residuária tratada na produção de mudas de pimenta cambuci e quiabo. Este estudo discordou dos resultados desta pesquisa onde se obteve um acréscimo de 51% de massa seca na água do Wetland + UASB sobre a água de abastecimento e 11% de acréscimo da água de Wetland sobre a água de Wetland + UASB.

O desdobramento da interação água de abastecimento dentro dos sistemas de irrigação para a massa seca da folha, encontra-se na Figura 6A. Observa-se que não houve diferença significativa para os fatores estudados, no entanto o sistema de irrigação por microaspersão foi o que evidenciou maior média quando comparado com os demais sistemas.

Na interação água tratada por Wetland + UASB dentro de cada sistema de irrigação não se verificou diferença significativamente para a variável massa seca da folha (Figura 6B). Não foi verificada diferença entre os sistemas de irrigação, como também não houve diferença na produção de massa seca de folhas em relação à água de abastecimento, o que possivelmente pode ter ocorrido em função da translocação de fotoassimilados para o enchimento das raízes.

As médias para a massa seca da folha em relação ao desdobramento da interação água de Wetland dentro dos sistemas de irrigação encontram-se na Figura 6C, constatou-se efeito significativo apenas para a irrigação por microaspersão. Já os sistemas de irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial não diferiram entre eles. Verificou-se ainda que para a água tratada por Wetland a massa seca de folhas foi superior às médias das demais águas. OLIVEIRA et al., (2012) não obtiveram resultado significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para a massa seca da folha, sendo que o maior rendimento foi obtido com o tratamento T1 – 100% de água residuária tratada.

Estudando o volume de reposição de água no desenvolvimento e produtividade do rabanete KOETZ et al., (2013) verificaram efeitos significativos sobre o rendimento da massa seca das folhas.

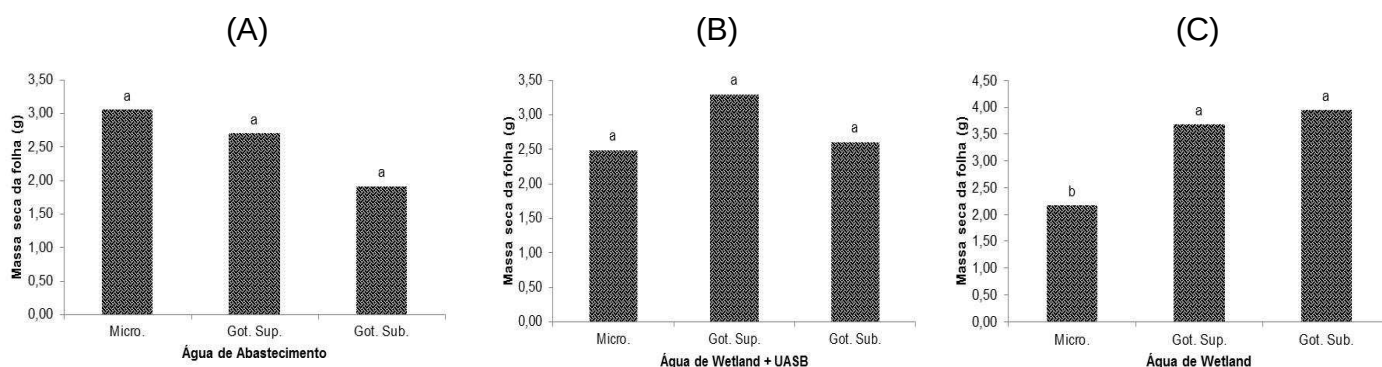


FIGURA 6. Médias da massa seca da folha relativas ao desdobramento da interação dos sistemas de irrigação para água de abastecimento (A), água do Wetland + UASB (B) e água de Wetland (C) para o cultivo do rabanete aos 35 dias após o transplante.

A média para o número de tubérculos comerciais, número de raízes rachadas, número de raízes não comerciais e número total de raízes de rabanete em função da qualidade da água e dos sistemas de irrigação aos 35 dias após o transplante encontram-se na Tabela 3. Verifica-se que o número de tubérculos comerciais não foi influenciado pelo tipo de água utilizado. Desta forma é possível diagnosticar que as águas residuárias podem ser utilizadas na irrigação do rabanete sem comprometer a produção comercial da olerícola.

Nos tratamentos onde se aplicou água residuária não se verificou nenhuma raiz rachada, todavia na água de abastecimento e na água tratada por Wetland + UASB constatou-se raízes não comerciais, estas são raízes rachadas ou que apresentaram diâmetro inferior a 2 mm, são consideradas sem valor comercial.

O número total de tubérculos foi igual em todas as águas configurando a adequação das águas tratadas como alternativas para substituição da água de qualidade na agricultura. Porém, vale ressaltar a necessidade de estudos voltados a quantificação de microrganismos patogênicos e de metais pesados presentes nessas águas e suas possíveis concentrações nos tubérculos.

FERREIRA et al., (2011) concluíram em estudo sobre produção orgânica de rabanete em plantio direto sobre cobertura morta e viva que o percentual de raízes rachadas e número de tubérculos comerciais no tratamento em sistema de plantio direto com cobertura de planta espontânea morta não foi influenciado com o aumento das doses de composto orgânico, porém diminuiu linearmente com preparo convencional do solo. Mesmo os tratamentos sendo diferentes, observou-se que ambos os estudos não diferiram estatisticamente quando a produção comercial e número de raízes rachadas.

TABELA 3. Número de tubérculos comercial (NC), número de raízes rachadas (NR), número de raízes não comerciais (NNC) e número total (NT) do rabanete em função da qualidade da água e do sistema de irrigação aos 35 dias após o transplante.

Tipos de Águas	Número de tubérculos			
	NC	NR	NNC	NT
Água de abastecimento	11,0	1,0	1,0	12,0
Wetland + UASB	10,0	0,0	2,0	12,0
Wetland	12,0	0,0	0,0	12,0
Média	11,0	0,3	1,0	12,0

CONCLUSÕES

As variáveis MFR, MFC, MFF, MSR, MSC e MSF foram influenciados significativamente pela interação dos fatores estudados ao nível de 5 e 1%.

A utilização da água residuária tratada por Wetland + UASB e Wetland associada ao sistema de irrigação por gotejamento favoreceu as variáveis de crescimento do rabanete com maiores médias.

A massa fresca de caule na água tratada por Wetland + UASB foi superior à água de abastecimento em 43%.

A produção do rabanete aumentou com a utilização da água tratada por Wetland.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. P. N.; COSTA, L. R.; SAMPAIO, P. R. F.; AZEVEDO, J.; DIAS, N. S. Utilização de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 69 - 75, 2012.
- ANDRADE, L. O.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; DIAS, N. S.; NASCIMENTO, E. C. S. Crescimento de girassóis ornamental em sistema de produção orgânica e irrigada com água residuária tratada. **Revista Irriga**, Edição Especial, p. 69 - 82, 2012.
- ASANO, T.; FRANKLIN, L.; BURTON, F. L.; LEVERENZ, H. L.; TSUCHIHASHI, R.; TCHOBANOGLOUS, G. **Water Reuse Issues, Technologies, and Applications**, New York: The Mc Graw-Hill, v. 41, n. 9, p. 273 – 279, 2007.
- BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. v. 1, n. 1, p. 152 - 169, 2008.
- CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; CANATO, G. H. D. Produtividade de alface e rabanete em cultivo consorciado estabelecido em diferentes épocas e espaçamentos entre linhas. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 15 - 19, 2007.
- COSTA, M. S.; ALVES, S. M. C.; NETO, M. F.; BATISTA, R. O.; COSTA, L. L. B.; OLIVEIRA, W. M. Produção de mudas de timbaúba sob diferentes concentrações de efluente doméstico tratado. **Revista Irriga**, edição especial, p. 408 - 422, 2012.
- DANTAS, I. L. A.; FACCIOLI, G. G.; MENDONÇA, L. C.; NUNES, T. P.; VIEGAS, P. R. A.; SANTANA, L. O. G. Viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ambiente & Água**, v. 9 n. 1, p. 109 - 117, 2014.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2013, 353p.
- FERREIRA, R. L. F.; GALVÃO, R. O.; MIRANDA JÚNIOR, E. B.; ARAUJO NETO, S. E.; NEGREIROS, J. R. S.; PARMEJANI, R. S. Produção orgânica de rabanete em plantio direto sobre cobertura morta e viva. **Horticultura Brasileira**. v. 29, n. 3, p. 299 - 303, 2011.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36 - 41, 2008.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa-MG: UFV, 2008. 421 p.
- FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, R. A.; PINTO, F. A.; CECON, P. R.; GALVÃO, J. C. C. Efeito da aplicação de águas residuárias da suinocultura na produção do milho para

silagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 120 - 125, 2014.

JAVAREZ-JR, A.; RIBEIRO, T. A. P.; PAULA-JR, D. R. Eficiência do reuso de águas residuárias na irrigação da cultura do milho. **Revista Irriga**, v. 15, n. 3, p. 231 - 247, 2010.

KOETZ, M.; SANTOS, C. S. A.; BEZERRA, M. D. L.; MENEZES, P. C.; SILVA, E. M. B. Influência do volume de reposição de água no desenvolvimento e produtividade da cultura do rabanete. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17; p. 1732 - 1743, 2013.

LACERDA, P. M.; RODRIGUES, R. F.; NALINI JÚNIOR, H. A.; MALAFAIA, G.; LIMA RODRIGUES, A. S. L. Influência da irrigação com águas residuárias no desenvolvimento de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 9, n. 2, p. 159 - 168, 2011.

LIMA, V. I. A.; ALVES, S. M. C.; NETO, M. F.; OLIVEIRA, R. B. Reutilização de água residuária na produção de mudas de abóbora e jiló. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13; p. 949 - 958, 2011.

LUDWIG, R.; PUTTI, F. F.; BRITO, R. R. Revisão sistemática sobre o uso de efluentes na agricultura. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 6, p. 167 - 176, 2012.

OLIVEIRA, J. F.; ALVES, S. M. C.; NETO, M. F.; OLIVEIRA, R. B. Efeito da água residuária de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de pimenta cambuci e quiabo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, 443 - 452, 2012.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. S.; GONZAGA, M. I. S.; GHEYI, H. R.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 97 - 102, 2010.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G. Doses de boro e água residuária na produção do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 857 - 864, 2011.

SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; VIÉGAS, R. A. Crescimento e produção do pinhão-mansão irrigado com água residuária sob condições de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 621 - 629, 2011.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; COELHO, D. F. Crescimento e desenvolvimento de tomateiro fertirrigado com água residuária da suinocultura. **Revista Ambiente & Água**, v. 5, n.2, p. 144 - 157, 2010.

SOUZA, R. M.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOARES, F. A. L. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 125 - 133, 2010.

XAVIER, J. F.; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. M.; FERNANDES, J. D.; LIMA, V. L. A. Cultivo da mamoneira sob diferentes tipos de águas residuárias e de

abastecimento e níveis de água no solo. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 11 - 21, 2014.