

PRODUÇÃO DE RABANETE IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA EM AMBIENTE PROTEGIDO

Rigoberto Moreira de Matos¹, Patrícia Ferreira da Silva¹, Hugo Orlando Carvalho Guerra¹, Ademar de Assis Cabral¹ e José Dantas Neto¹

¹Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campus I. Avenida Aprígio Veloso, 882, CEP: 58.429-140, Bairro Universitário, Campina Grande, PB. E-mail: rigobertomoreira@gmail.com, patrycyafs@yahoo.com.br, hugo_carvalho@hotmail.com, ad.cabral@hotmail.com, zedantas1955@gmail.com

*RESUMO: A utilização de água residuária tratada para irrigação de culturas pode se tornar uma alternativa para regiões que enfrentam escassez de água. Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos da água residuária tratada pelo sistema Wetland e Wetland + UASB aplicados em três tipos de sistemas de irrigação, sob as variáveis de produção do rabanete (*Raphanus sativus* L.). O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrícola, localizado na Universidade Federal de Campina Grande no período de abril a maio de 2014. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3x3 com quatro repetições, em que os fatores consistiram em três qualidades de água (Água residuária tratada pelo sistema Wetland, Água residuária tratada pelo sistema UASB + Wetland e Água de abastecimento) e três sistemas de irrigação (gotejamento superficial, gotejamento subsuperficial e microaspersão). A interação entre os fatores sistemas de irrigação por gotejo superficial e subsuperficial e água tratada por Wetland + UASB e Wetland foram as que se obtiveram as maiores médias. A produtividade dos tubérculos foi maior nos tratamentos com água residuárias. Os percentuais de tubérculos rachados e não comerciais foram maiores nos tratamentos Wetland + UASB e Wetland.*

*PALAVRAS-CHAVE: efluente tratado, produtividade, *Raphanus Sativus* L., Reuso na agricultura.*

PRODUCTION OF RADISH IRRIGATED WITH WASTEWATER TREATED IN A PROTECTED ENVIRONMENT

*ABSTRACT: The use of treated wastewater for irrigation of crops can become an alternative for regions facing water scarcity. So, aim with this study was to evaluate the effects of wastewater treated by system Wetland and Wetland + UASB applied in three types of irrigation systems, in production variables radish (*Raphanus sativus* L.). The experiment was conducted in the greenhouse of the Department of Agricultural Engineering, located at the Federal University of Campina Grande in the period april the may of 2014. The experimental design was randomized blocks in a 3x3 factorial scheme with four replications, in which the factors consisted of three qualities of water (Wastewater treated by the Wetland System, treated wastewater by Wetland + UASB and Water of supply) and three irrigation systems (surface drip, subsurface drip and microaspersion). The interaction the factors between irrigation systems for surface and subsurface drip and water treated by Wetland + UASB and Wetland were obtained the highest average. The yield of tubers was higher in treatments with residual water. The percentage of cracked tubers and noncommercial were higher in treatments Wetland + UASB and Wetland.*

*KEY WORDS: treated effluent, productivity, (*Raphanus Sativus* L.), reuse in agriculture.*

INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus Sativus L.*) é uma planta da família das brassicaceae, é originária da região mediterrânea, sendo uma planta de pequeno porte, não ultrapassando 30 cm de altura, com folhas bem recortadas (Camargo et al., 2007). Sua raiz consiste de um bulbo comestível de cor vermelha e sabor picante, com propriedades medicinais, expectorante natural e estimulante do sistema digestivo, contendo vitaminas A, B1, B2, potássio, cálcio, fósforo e enxofre (Oliveira et al., 2010).

De acordo com Filgueira (2008) às cultivares de maior aceitação são as que produzem raízes globulares, de coloração escarlate brilhante e polpa branca. Destaca-se entre os olericultores, por apresentar características atraentes, como ciclo curto e rusticidade, colheita realizada de 25 a 35 dias após a sementeira.

No Brasil a cultivar mais plantada é a Crimson Gigante, por possui características como raízes tuberosas arredondadas, coloração vermelha intensa, polpa crocante e diâmetro variando de 4 a 5 cm e retorno rápido (Cecílio Filho et al., 2007). O desenvolvimento agrícola 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, sendo imprescindível a utilização de irrigação para suprir a demanda hídrica dos cultivos (Dantas et al., 2014).

Um dos importantes desafios da agricultura atual é o aumento da competitividade, produtividade e qualidade dos produtos, associado à preservação dos recursos hídricos e do meio ambiente, permitindo benefícios sustentáveis nas explorações agrícolas. 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, uma vez que fornecer água na quantidade e no momento certo potencializa a resposta produtiva das culturas (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 busca alternativas viáveis para irrigação utilizando águas de qualidade inferior, nesse contexto 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 Bertocini (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. O monitoramento deve ser por meio da análise microbiológica do solo, água, frutos, folhas e sementes das espécies cultivadas.

Estudos efetuados em diversos países demonstraram que a produção de mudas e a produtividade de hortaliças aumentam significativamente em áreas irrigadas com água residuária, desde que estas culturas sejam adequadamente manejadas (Souza, 2010; Oliveira et al., 2012).

Todavia, o uso incorreto da água residuária pode trazer efeitos deletérios tanto ao solo quanto à cultura. A taxa de aplicação de água de qualidade inferior deve estar baseada no nutriente que estiver em maior concentração relativa e na quantidade deste nutriente requerido pela cultura, pois, caso esses níveis sejam suplantados, além de comprometer a produtividade da cultura, podem provocar poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas (Matos, 2007).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da água residuária tratada pelo sistema Wetland e Wetland + UASB aplicados em três tipos de sistemas de irrigação, sob as variáveis de produção do rabanete.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental pertencente à Universidade Federal de Campina Grande - PB, no período de abril a maio de 2014, em estufa plástica da unidade acadêmica de engenharia agrícola, no município de Campina Grande - PB, situado nas coordenadas geográficas de 07° 13' 11" de latitude sul e 35° 53' 31" de longitude oeste, a uma altitude média de 550 m.

O solo utilizado é classificado como Vertisolo Litólicos Eutróficos, sendo de textura franca-arenosa, cujas características físicas e químicas na profundidade de 0,0 - 0,2 m encontram-se 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	-----mmol _c dm ⁻³ -----					
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	

As características da análise dos parâmetros físico-química das três qualidades de água utilizada no estudo encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros da qualidade da água de Abastecimento, Wetland e Wetland + UASB

Parâmetros	Abastecimento	Wetland	Wetland + UASB
Potencial hidrogeniônico (pH)	6,83	8,09	8,09
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	4,98	7,69	8,31
Cálcio e magnésio (meq L^{-1})	4,80	5,91	4,80
Nitrogênio total (meq L^{-1})	1,80	5,50	5,60
Fósforo total (meq L^{-1})	0,02	0,03	0,03
Sódio (meq L^{-1})	4,80	5,70	5,00
Potássio (meq L^{-1})	0,10	0,36	0,43
Carbonatos (meq L^{-1})	0,00	1,12	5,28
Bicarbonatos (meq L^{-1})	0,82	2,42	2,15
Cloretos (meq L^{-1})	6,82	8,25	6,85
Razão de adsorção de sódio (RAS)	3,10	3,31	3,22
Classes da água	C ₃	C ₃	C ₃
Sulfatos (meq L^{-1})	Ausência	Ausência	Ausência

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), com quatro repetições.

O delineamento estatístico adotado foi em blocos inteiramente casualizados, 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 dois 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 utilizado foi a Crimson Gigante, uma das mais cultivadas 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 Plantmax[®]. O transplântio foi realizado quando as mudas apresentavam de três a quatro folhas definitivas.

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 é derivada dos sistemas de tratamento de efluentes UASB e Wetland construído. Estes sistemas de tratamento de água residuária para reuso na

agricultura irrigada recebe efluente bruto do riacho Bodocongó que atravessa o Campus da UFCG, 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 5 m de comprimento por 2 m de largura e 0,65 m de profundidade, com substrato areia e o tipo de vegetação usada nos sistemas destes Wetlands construídos é a Typhasp, que foi obtido da lagoa de estabilização, alimentada pelo riacho onde está localizada a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

O sistema de pressurização utilizado no experimento constou de três moto bomba 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 foi composto por um filtro de tela de 1", com capacidade para $5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ de vazão e um manômetro do tipo Bourdon.

A mangueira gotejadora utilizada no experimento 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 por meio 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;
I – lâmina aplicada pela irrigação, em mm; e
D – lâmina de drenagem no lisímetro, em mm.

Avaliou-se aos 35 dias após o transplântio o comprimento dos tubérculos (CT) medido com auxílio de paquímetro digital graduado em mm; diâmetro transversal dos tubérculos (DTT) determinado por meio de paquímetro digital em mm; volume dos tubérculos (VT) mensurados por meio da imersão dos tubérculos em água para conhecimento de seu volume; massa de matéria fresca dos tubérculos (MFT) pesados imediatamente após a colheita em balança de precisão de 0,01 g; massa de matéria seca dos tubérculos (MST) adicionada em

embalagens de papel devidamente identificadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir massa constante, por 96 horas.

Produção de tubérculos comerciais (PC) e não comerciais (PNC) obtidos por meio de pesagem em kg planta⁻¹, considerando-se comercial o tubérculo com pelo menos 2 cm de diâmetro que não apresentava rachadura; produção de tubérculos rachados (PRR): massa dos tubérculos rachados em kg planta⁻¹; produção de tubérculos total (PT) peso total de todos os tubérculos em kg planta⁻¹.

As fontes de variação foram analisadas pelo teste F desdobrando-se as análises sempre que a interação fosse significativa sendo a comparação de médias com o 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 comprimento do tubérculo (CT), diâmetro transversal do tubérculo (DTT), volume do tubérculo (VT), massa fresca do tubérculo (MFT) e massa seca do tubérculo (MST), em função da qualidade da água e do sistema de irrigação utilizado para o cultivo de rabanete aos 35 dias após o transplântio encontra-se na Tabela 3.

Verificou-se efeito significativo em nível de ($p < 0,05$; $p < 0,01$) para as variáveis, diâmetro transversal do tubérculo, massa de matéria fresca e seca do tubérculo em função da qualidade da água. Já para o fator sistema de irrigação e para a interação (A) x (SI) constatou-se efeito significativo ao nível de ($p < 0,05$; $p < 0,01$) em todas as variáveis estudadas, Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de variância para o comprimento do tubérculo (CT), diâmetro transversal do tubérculo (DTT), volume do tubérculo (VT), massa de matéria fresca do tubérculo (MFT) e massa de matéria seca do tubérculo (MST) do rabanete aos 35 dias após o transplântio

Fontes de variação	GL	----- Quadrado médio -----				
		CT	DTT	VT	MFT	MST
Água (A)	2	1,23 ^{ns}	83,02*	55,79 ^{ns}	422,22**	4,02**
Sis. Irrigação (SI)	2	5,14**	93,52*	2714,29**	3041,36**	2,59**
Interação (A) x (SI)	4	1,27*	277,73**	1635,53**	1533,30**	2,60**
Bloco	3	0,25 ^{ns}	9,66 ^{ns}	62,61 ^{ns}	27,69 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Resíduo	24	0,47	25,97	90,69	49,89	0,44
CV (%)	-	12,90	12,94	19,32	15,41	24,76
Média geral	-	5,32	39,38	49,30	45,83	2,68

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 para o comprimento do tubérculo em função da água de abastecimento Figura 1A, evidenciou que para a interação água de abastecimento sistema de

irrigação com gotejo subsuperficial foi onde se verificou maior comprimento do tubérculo 6,2 cm. Para a água tratada por Wetland + UASB não se verificou diferença significativa pelo teste de Tukey entre os sistemas de irrigação Figura 1B. Já na água tratada por Wetland Figura 1C, o gotejo superficial foi o que se constatou maior média 6,5 cm diferindo apenas do sistema com microaspersão onde se verificou média 4,1 cm. Em relação às três qualidades de água aplicadas, o sistema de irrigação por microaspersão, foi o tratamento que produziu um menor comprimento de tubérculos.

Costa et al. (2006) estudando o crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos verificou que o maior comprimento do tubérculo foi aos 35 dias após a semeadura, fase que corresponde ao período de maior translocação de fotoassimilados da folha para o tubérculo. Concordando com os resultados encontrados no presente estudo.

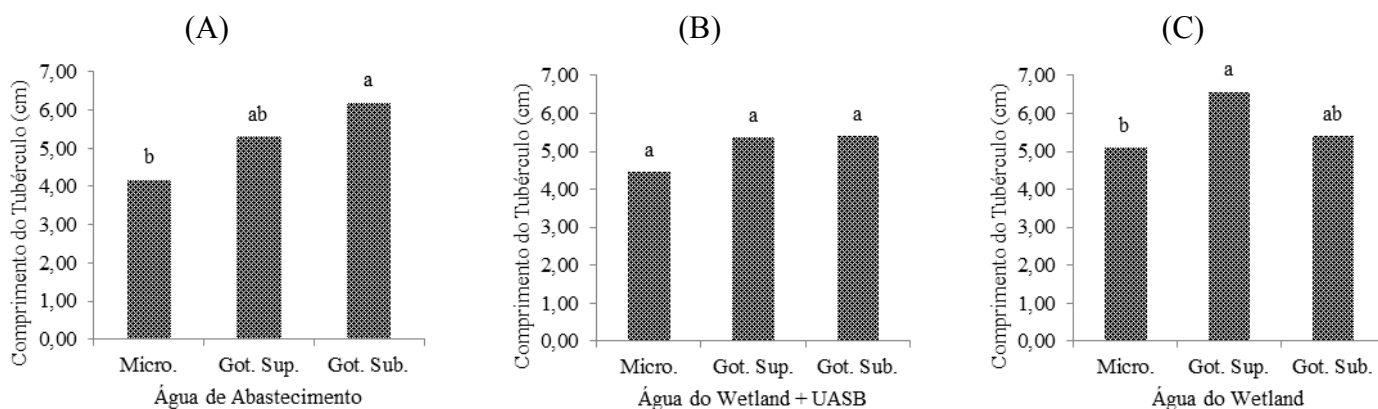


Figura 1 - Médias do comprimento dos tubérculos relativos ao manejo desdobramento da interação para água de abastecimento (A), água do Wetland + UASB (B) e água de Wetland (C) do rabanete aos 35 dias após o transplântio.

O diâmetro do tubérculo diferiu estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% para a interação água de abastecimento tipo de sistema de irrigação Figura 2A, observa-se que para os tratamentos com irrigação por microaspersão e gotejo subsuperficial foi onde foram verificadas as maiores médias cerca 4,1 cm.

Para a interação água tratada por Wetland + UASB dentro de cada sistema de irrigação as maiores médias foram obtidas para os sistemas de irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial com média de 4,8 cm Figura 2B. Contudo para a água tratada por Wetland o sistema com microaspersão foi o que se verificou maior diâmetro 3,9 cm Figura 2C.

Dantas et al. (2014) estudando a viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus L.*) não observaram diferença significativa para o diâmetro do tubérculo. Koetz et al. (2013) verificaram que o diâmetro do tubérculo foi

influenciado significativamente pelos níveis de reposição de água aplicados, sendo o maior diâmetro de 2,6 cm. Discordando do resultado obtido no presente estudo, uma vez que se obteve média superior a 3,5 cm em todas as interações.

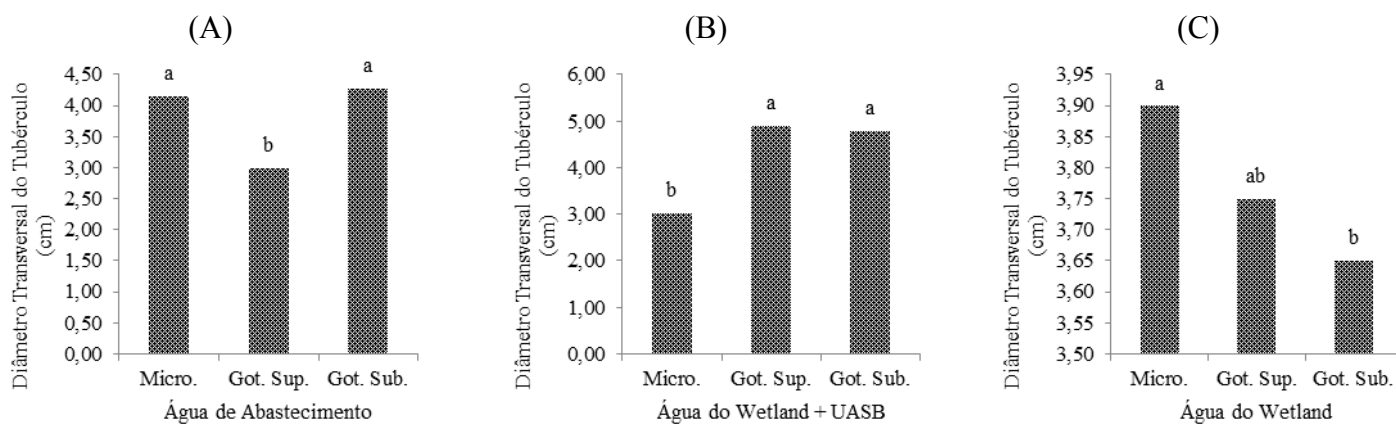


Figura 2 - Médias do diâmetro transversal dos tubérculos relativos ao manejo desdobramento da interação para água de abastecimento (A), água do Wetland + UASB (B) e água de Wetland (C) do rabanete aos 35 dias após o transplantio.

O volume do tubérculo em função da interação água de abastecimento sistema de irrigação encontra-se na Figura 3A, verifica-se que o volume do tubérculo teve maior média no gotejamento subsuperficial de 71,6 ml. Já para a interação água tratada por Wetland + UASB sistema de irrigação observou-se que os sistemas de gotejo superficial e subsuperficial diferiram do sistema de microaspersão em nível de 5% pelo teste de Tukey Figura 3B.

Para a água tratada por Wetland, verificou-se que o sistema de irrigação que evidenciou maior volume do tubérculo foi o gotejamento superficial, diferindo estatisticamente do gotejo subsuperficial e microaspersão Figura 3C.

O maior volume de raízes foi observado para a interação Wetland + UASB e sistema de irrigação, fato que pode ser explicado possivelmente pelo maior teor de matéria orgânica nesse tratamento. Silva et al. (2006) estudando o crescimento e produção de rabanete cultivado com diferentes doses de húmus de minhoca e esterco bovino verificaram que o esterco aumentou o volume e diâmetro das raízes. Justificando o uso da água residuária na complementação da adubação de olerícolas, uma vez que estas águas são ricas em matéria orgânica.

O crescimento dos tubérculos apresenta um caráter exponencial, ou seja, a proporção de assimilado exportado pela folha é duplicada, sendo a maior parte dirigida para os tubérculos, deste modo o volume do tubérculo tende a aumentar com o aumento da exportação de fotoassimilados que ocorre na época de enchimento dos tubérculos (Filgueira, 2008).

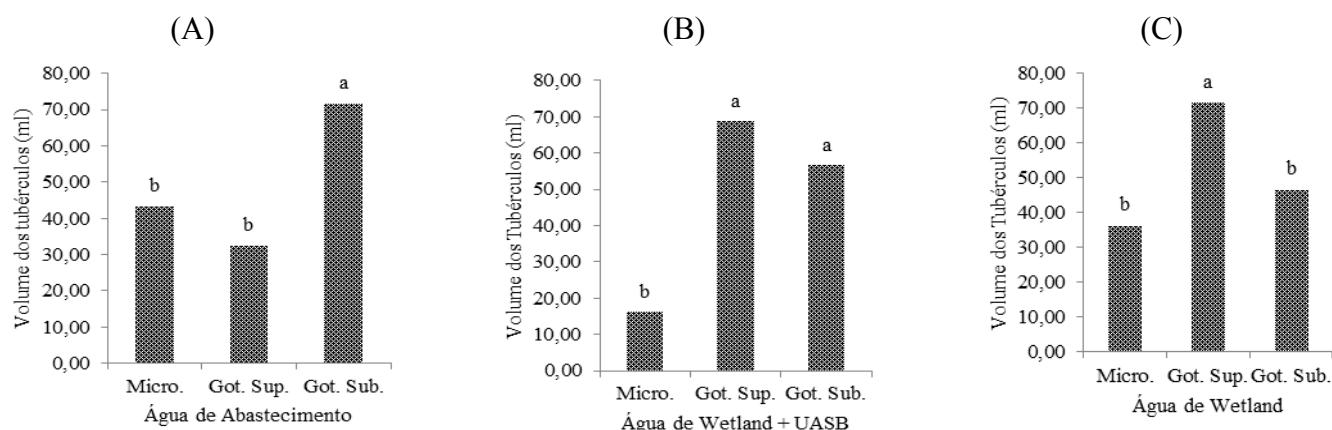


Figura 3 - Médias do volume dos tubérculos relativos ao manejo desdobramento da interação para água de abastecimento (A), água do Wetland + UASB (B) e água de Wetland (C) do rabanete aos 35 dias após o transplântio.

A massa de matéria fresca de tubérculos foi influenciada em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, constatou-se ainda que para a interação água de abastecimento e sistema de irrigação o gotejo subsuperficial foi o que evidenciou maior média de 64,0 g Figura 4A. Já para a água tratada por Wetland + UASB o sistema de irrigação por gotejo superficial verificou-se maior média de 70,3 g Figura 4B. Na água tratada por Wetland o gotejo superficial foi o que obteve maior média 69,0 g, diferindo dos demais sistemas de irrigação utilizados Figura 4C.

Esses resultados são comparados aos de Rebouças et al. (2010) que em seu experimento com feijão caupi observaram diferenças significativas de matéria fresca e total irrigados com esgoto doméstico terciário. Em sua pesquisa Sandri et al. (2007) detectaram aumento significativo da matéria fresca do alface (*Lactuca Sativa L.*) irrigado com água residuária. Dantas et al. (2014) não verificaram efeito significativo do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus Sativus L.*) para a massa fresca de tubérculos.

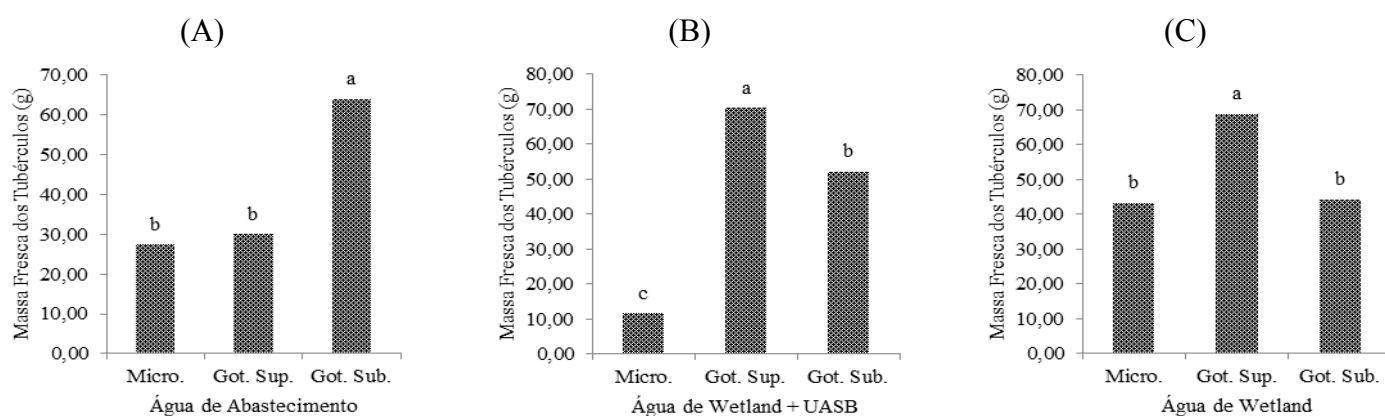


Figura 4 - Médias da massa de matéria fresca de tubérculos relativos ao manejo desdobramento da interação para água de abastecimento (A), água do Wetland + UASB (B) e água de Wetland (C) do rabanete aos 35 dias após o transplântio.

A massa de matéria seca de tubérculos para a água de abastecimento dentro de cada sistema de irrigação não diferiu estatisticamente Figura 5A. Paiva et al. (2012) avaliando a influência da aplicação de esgoto doméstico secundário na produção de mudas de pimenta malagueta e pimentão também verificaram não haver diferença significativa entre os tratamentos aplicados para a massa seca das plantas.

Para a água tratada por Wetland + UASB dentro de cada sistema de irrigação, verificou-se que o gotejo superficial e o subsuperficial não diferiram estatisticamente, sendo o maior valor observado para o gotejo superficial 4,4 g, porém quando comparados ao tratamento com microaspersão verificou-se diferença significativa Figurara 5B.

Estes resultados discordam dos encontrados por Dantas et al. (2014) que não verificou diferença significativa entre os tratamentos para a massa seca de tubérculos de rabanete.

Quanto à interação água tratada por Wetland dentro de cada sistema de irrigação não se verificou diferença significativa para nenhum dos sistemas utilizados Figura 5C. Para Rebouças et al. (2010) o esgoto tratado fornece nutrientes em comparação ao seu fornecimento via adubação mineral, sendo destacada por outros autores que afirmam que os solos irrigados com esgoto tratado conseguem suprir as necessidades nutricionais do feijão caupi mesmo na ausência de adubação mineral.

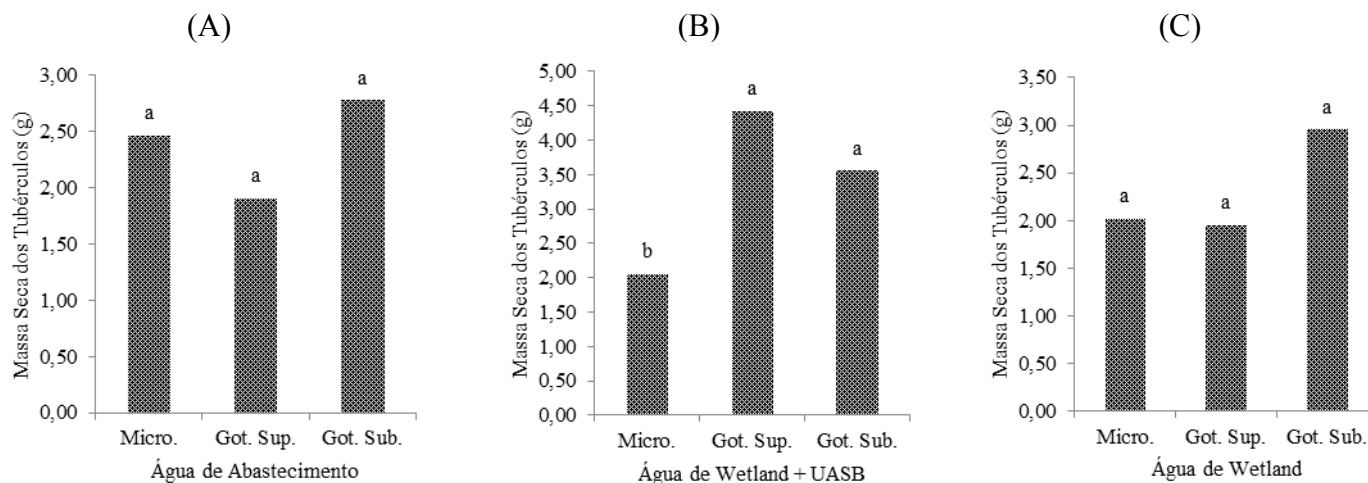


Figura 5 - Médias de massa seca dos tubérculos relativos ao manejo desdobramento da interação para água de abastecimento (A), água do Wetland + UASB (B) e água de Wetland (C) do rabanete aos 35 dias após o transplantio.

A produtividade comercial, de raízes rachadas, de raízes não comerciais e a total de rabanete foram significativamente influenciadas pela qualidade da água utilizada na irrigação Tabela 4. Verifica-se que os menores valores em termos de produtividade foram obtidos na água de abastecimento, isto pode ser atribuído ao fato da água de abastecimento não possuir nutrientes capazes de suprir a demanda nutricional das plantas.

As produtividades obtidas com as águas tratadas por Wetland + UASB e Wetland foram às maiores, podendo ser justificado pela maior quantidade de nutrientes depositadas ao solo e prontamente assimiláveis pelas plantas.

Costa et al. (2006) trabalhando com a mesma cultivar do presente estudo, avaliando o efeito da aplicação de 15, 30 e 45 t ha⁻¹ de húmus de minhoca e esterco de bovino nas mesmas doses, no crescimento e produtividade de rabanete, constataram que as fontes de adubos orgânicos pouco influenciaram no crescimento e na produtividade total e comercial de raízes de rabanete, sendo os rendimentos para húmus de minhoca e esterco bovino, respectivamente, de 2,38 e 3,25 t ha⁻¹ para a produtividade total e 1,12 e 1,57 t ha⁻¹ de produtividade comercial.

Para a qualidade das raízes, verificou-se que os tratamentos com água residuária apresentaram maior percentual de raízes rachadas e raízes não comerciais Tabela 4. Entretanto, este fato possivelmente se deve ao estado nutricional das plantas produzirem raízes mais pesadas.

Costa et al. (2006) observaram que o tratamento com o húmus de minhoca apresentou a menor percentagem de raízes rachadas (19,6%) e isoporizadas (5,5%), respectivamente, nas doses de 9,2 e 20,4 t ha⁻¹. O esterco de bovino promoveu a maior percentagem de raízes rachadas (29,3%) na dose de 21,3 t ha⁻¹.

Tabela 4 - Produtividade comercial (PC), produtividade de raízes rachadas (PRR), produtividade de raízes não comercial (PNC) e produção total (PT) do rabanete em função da qualidade da água aos 35 dias após o transplântio

Tipos de Águas	Produtividade em kg planta ⁻¹			
	PC	PRR	PNC	PT
Água de abastecimento	0,48	0,03	0,04	0,55
Wetland + UASB	0,48	0,04	0,06	0,58
Wetland	0,60	0,04	0,05	0,69
CV (%)	11,03	12,86	16,33	10,02

Dantas Júnior et al. (2014) avaliando a produção comercial de rabanete fertirrigado com nitrogênio em ambiente protegido utilizando a mesma cultivar do presente estudo, observaram que a produção comercial foi maior quando se aplicou a dose de 2,8 g de nitrogênio por vaso e adubação de fundação utilizando húmus de minhoca. Resultado que concorda com o observado no presente estudo uma vez que a água tratada tanto por Wetland + UASB e por Wetland possui maior quantidades de nitrogênio e matéria orgânica favorecendo o desenvolvimento da planta e conseqüentemente a translocação de fotoassimilados para o tubérculo resultando em maiores produções.

CONCLUSÕES

Os sistemas de irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial associados à água tratada por Wetland + UASB e Wetland proporcionaram as maiores médias.

A produtividade das raízes foi maior nos tratamentos com água residuárias. Os percentuais de raízes rachadas e não comerciais foram maiores nos tratamentos com Wetland + UASB e Wetland.

A interação entre os fatores qualidade da água e sistema de irrigação influenciaram de forma significativa todas as variáveis analisadas.

REFERÊNCIAS

- BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 2, p. 152-169, 2008.
- CAMARGO, G. A.; CONSOLI, L.; LELLIS, I. C. S.; MIELI, J.; SASSAKI, E. K. Bebidas naturais de frutas perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 1, n. 1, p. 181-195, 2007.
- 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, C. C.; OLIVEIRA, C. D.; SILVA, C. J.; TIMOSSI, P. C.; LEITE, I. C. Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 118-122, 2006.
- DANTAS JÚNIOR, G. J. ; SILVA, P. F.; MATOS, R. M.; BORGES, V. E. ; DANTAS NETO, J. Produção comercial de rabanete fertirrigado com nitrogênio em ambiente protegido. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 29, p. 97-102, 2014.
- 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. 2013. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA. 412p.
- 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. 421p.

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

MATOS, A. T. **Disposição de águas residuárias no solo**. Viçosa, MG: AEAGRI, 2007. 142 p. (Caderno Didático, n. 38).

OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; SOUSA, V. F. L.; FREIRE, A. G. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 519-526, 2010.

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

PAIVA, L. A. L.; ALVES, S. M. C.; NETO, M. F.; OLIVEIRA, R. B.; OLIVEIRA, J. F. Influência da aplicação de esgoto doméstico secundário na produção de mudas de pimenta malagueta e pimentão. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15; p. 1058-1066, 2012.

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

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESLEZLAF, R. Desenvolvimento do alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 17-29, 2007.

SILVA, C. J.; COSTA, C. C.; DUDA, C. ; TIMOSSI, P. C.; LEITE, I. C. Crescimento e produção de rabanete cultivado sob diferentes doses de húmus de minhoca e esterco bovino. **Revista Ceres**, v. 53, n. 305, p. 25-30, 2006.

SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; VIÉGAS, R. A. Crescimento e produção do pinhão-manso 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, p. 144-157, 2010.