

REÚSO DE ÁGUA CINZA E ÁGUA SUBTERRÂNEA NA PRODUÇÃO DE RABANETE CULTIVADO COM DIFERENTES FERTILIZANTES ORGÂNICOS

Gilbenes Bezerra Rosal¹, Bianca Rodrigues Bezerra², Alexandre Reuber Almeida da Silva³,
Marcos Antônio Vieira Batista⁴, Eugênio Paceli de Miranda⁵, Carlos Newdmar Vieira
Fernandes⁶

RESUMO: Foi realizado estudo com rabanete, cultivar Crimson Giant, irrigadas com água cinza e água de poço, associadas à presença e à ausência isolada (ou combinada) de diferentes insumos orgânicos. O experimento foi conduzido de janeiro a fevereiro de 2018, no sistema “Bioágua Familiar” implantado na área agricultável do Diocesano Hotel, Iguatu – CE, o delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, no arranjo de parcelas subdivididas (2 x 4), com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas por duas diferentes fontes hídricas (A₁: “água de poço artesiano” e A₂: “água cinza”) e as subparcelas constituídas por quatro diferentes condições de adubações orgânicas, geradas pela presença ou ausência dos insumos orgânicos esterco bovino e/ou húmus de minhoca, aplicados de forma isolada e/ou combinada (I₀: sem a aplicação de insumos orgânicos; I₁: aplicação de esterco bovino, na dose de 7,5 L m⁻²; I₂: aplicação de húmus de minhoca na dose de 7,5 L m⁻²; I₃: aplicação combinada de esterco bovino, na dose de 3,75 L m⁻² e de húmus de minhoca na dose de 3,75 L m⁻²). A irrigação foi localizada do tipo gotejamento, suprimindo a evapotranspiração potencial da cultura. A colheita foi realizada aos 32 dias após semeadura (DAS), foram avaliadas matéria fresca dos tubérculos, matéria seca total e produtividade. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e de comparações de médias. A água de poço proporcionou maiores valores em produtividade, comprimento e matéria fresca do tubérculo. A água cinza proporcionou maior acúmulo de matéria seca do tubérculo.

PALAVRAS-CHAVE: Águas Residuárias. Esterco. Fontes hídricas. Húmus. *Raphanus Sativus* L.

¹ Mestrando em engenharia agrícola, CEP 60355901, UFC, Fortaleza, CE. e-mail: gilbenesbezerrarosal@gmail.com

² Graduanda em engenharia de produção, UNINOVE, Santo Amaro, SP. e-mail: biancaelblenda@gmail.com

³ Prof. Doutor, IFCE, Iguatu, CE. e-mail: alexandre.reuber@ifce.edu.br

⁴ Prof. Doutor, IFCE, Iguatu, CE. e-mail: batistamar03@gmail.com

⁵ Prof. Doutor, IFCE, Iguatu, CE. e-mail: paceli.miranda@gmail.com

⁶ Prof. Doutor, IFCE, Iguatu, CE. e-mail: newdmar.fernandes@ifce.edu.br

REUSE OF GREY WATER AND UNDERGROUND IN THE PRODUCTION OF RADISH CULTIVATED WITH DIFFERENT ORGANIC FERTILIZERS

ABSTRACT: A study was conducted with radish, cultivate Crimson Giant, irrigated with grey water and well water associated with the presence and absence of isolated (or combined) different organic inputs. The experiment was conducted from January to February 2018, in the "Family Bioágua" system implanted in the agricultable area of the Diocesano Hotel, Iguatu - CE, the statistical design was completely randomized in the split-plot arrangement (2 x 4), with four replications, the plots constituted by two different hydric sources (A₁: "Artesian well Water" and A₂: "Grey Water"), and the subplots constituted by four different conditions of organic fertilization, generated by the presence or absence of organic inputs bovine manure and/or hummus of earthworm, applied in isolation and/or combined, (I₀: Without the application of organic inputs; I₁: application of bovine manure at a dose of 7.5 L m⁻²; I₂: Application of earthworm hummus at a dose of 7.5 L m⁻²; I₃: Combined application of bovine manure at a dose of 3.75 L m⁻² and earthworm hummus at the dose of 3,75 L m⁻²). Irrigation was localized drip type, supplying the potential evapotranspiration of the culture. The harvest was performed at 32 days after sowing (DAS), were evaluated Fresh matter of tubers, total dry matter and productivity. The data collected were subjected to analysis of variance and comparisons of averages. Well water provided higher values in productivity, length and fresh matter of the tubercle. The gray water provided greater accumulation of dry matter of the tubercle.

KEYWORDS: Wastewater. Dung. Water sources. Humus. Raphanus Sativus L.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro comumente sofre com escassez de água, esse recurso é limitante principalmente na segunda parte do ano que tem baixo índice pluviométrico. O reúso de "água cinza" pode ser uma opção estratégica e viável para a produção agrícola, garantindo maior oferta de água e evitando o despejo de esgoto a céu aberto.

No Nordeste, principalmente nas últimas décadas vem ganhando notoriedade e cada vez mais se incentivando e implantando sistemas de reúso de água. Mediante uma ação operacional descentralizada do Ministério do Desenvolvimento Agrário no Nordeste, associada às atuações integradas de diversas instituições públicas estatais, tais como a

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE) e a Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA), idealizou-se o Projeto denominado por “Dom Helder Câmara”, que, desde 2001, desenvolve um programa de ações referenciais de combate à pobreza e apoio ao desenvolvimento rural sustentável no semiárido do Nordeste, que em meio às suas inúmeras ações, tem viabilizado a concretização de projetos de reúso de água, com a implantação de mais de 80 sistemas designados pelo nome “Bioágua Familiar” de reúso de água domiciliar para a produção de alimentos e despoluição de quintais, propagando, difundido e implantando esses modelos de produção em locais de extrema escassez de água (SANTIAGO *et al.*, 2015).

A água cinza é a água que foi usada em processos domésticos, como o banho, lavar a louça e a roupa. De acordo com Santiago *et al.*, (2015) o tratamento da água cinza passa por um processo de filtração por mecanismo de impedimento físico e biológico dos resíduos presentes na água cinza, sendo a matéria orgânica biodegradada por uma população de microrganismos e minhocas (*Eisenia foetida*).

Para averiguar a adequação quantitativa e qualitativa das águas cinzas produzidas pelo sistema “Bioágua Familiar” à irrigação de culturas alimentares, torna-se imprescindível à realização de pesquisas científicas, que busquem elucidar os efeitos da disposição dessa fonte hídrica no sistema solo – planta.

Santiago *et al.*, (2012) desenvolveram estudos com as culturas do tomate e da cenoura no Sertão do Apodi, Rio Grande do Norte e averiguaram que a qualidade da água cinza para fins de irrigação indicou nenhuma, ligeira ou moderada restrição considerando os padrões da Organização Mundial de Saúde (OMS) e que a qualidade microbiológica das hortaliças avaliadas estava dentro do padrão estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico do rabanete, cultivar Crimson Giant, irrigadas com água cinza e de poço, fertilizadas com esterco bovino e ou húmus de minhoca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido do dia 13 de Janeiro ao dia 14 de fevereiro de 2018, no “Bioágua Familiar” do Diocesano Hotel de Iguatu, sistema do Projeto São José (PSJ) III, no

estado do Ceará. Localizado a 6^o 21' 15" de latitude sul e 39^o 17' 24" de longitude a oeste de Greenwich, a altitude de 113 m acima do nível do mar.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o município apresenta clima BSw'h' (semiárido quente). O solo é classificado como cambissolo eutrófico com relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006).

Foram retiradas amostras de solo na profundidade de 0 a 20 cm em pontos aleatórios e levadas também amostras de esterco e húmus para realização de análises físicas e químicas dos mesmos, conforme pode-se observar nas tabelas a seguir.

Apresenta-se na tabela 1 os atributos e granulometria do solo da área experimental.

Tabela 1. Atributos físico-hídricos do solo da área experimental. Diocesano Hotel – Iguatu, Ceará

Profundidade (cm)	Composição granulométrica			Classe textural (-)	Densidade		Porosidade total (%)
	Areia	Silte	Argila		Solo	Partículas	
	(----- g kg ⁻¹ -----)				(---- g cm ⁻³ ----)		
0 – 20	845	107	48	Franco arenoso	1,60	2,36	32,20

Fonte: Laboratório de Análises de Água, Solos e Tecidos Vegetais (LABAS) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, *Campus* Iguatu.

Na Tabela 2, apresentam-se os resultados da análise química do solo da área experimental.

Tabela 2. Análise de fertilidade do solo, Diocesano Hotel – Iguatu, Ceará

Profundidade (cm)	C	M.O	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+ Al
	(---- g kg ⁻¹ ---)		(mg dm ⁻³)	(----- mmol _c dm ⁻³ -----)					
0 – 20	8,88	15,3	13	3,27	21,5	15,5	0,21	N. D.	6,3
Profundidade (cm)	SB	CTC	V	PST	m	pH	CE		
	(mmol _c dm ⁻³)		(----- % -----)			(-)	(dS m ⁻¹)		
0 – 20	40,5	46,8	87	0	0	6,5	0,34		

SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de Troca de Cátions; PST: Percentagem de Sódio Trocável; m: Percentagem de saturação com alumínio; V: Percentagem de Saturação por Bases; N. D: Não determinado.

Fonte: Laboratório de Solos, Águas e Tecidos Vegetais (LABSAT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte.

A análise química do esterco bovino e do húmus de minhoca utilizado na presente pesquisa revelaram a composição química apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química do esterco bovino e do húmus de minhoca utilizado no experimento

Insumos orgânicos	N	P	K	M.O.	Relação C : N
	(----- g kg ⁻¹ -----)				(-)
Esterco bovino	6,62	1,38	3,70	136,55	12,00 : 1
Húmus de minhoca	10,54	3,83	6,97	302,48	16,69 : 1

Fonte: Laboratório de Solos, Águas e Tecidos Vegetais (LABSAT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas (2 x 4), com quatro repetições, as parcelas constituem as fontes hídricas (A₁: água de poço e A₂: água cinza) e as subparcelas constituem diferentes adubos orgânicas, (I₀: sem a aplicação; I₁: 7,5 L m⁻² de esterco bovino; I₂: 7,5 L m⁻² de húmus de minhoca; I₃: 3,75 L m⁻² de esterco e 3,75 L m⁻² de húmus), totalizando 32 unidades experimentais. A dimensão dos canteiros foi de 0,9 m de largura e 12 m de comprimento, em cada canteiro foram colocadas três mangueiras gotejadoras.

O manejo da irrigação, baseou-se na reposição da evapotranspiração da cultura (ET_c), que consiste no produto entre a evapotranspiração de referência (ET₀) e o coeficiente de cultivo (K_c) (ALVES *et al.*, 2017). Foi utilizada a metodologia de Penman-Monteith - FAO 56 (ALLEN *et al.*, 1998) para estimar a ET₀. Os coeficientes de cultivos foram obtidos por Silva *et al.* (2015), que foram de 0,45; 0,55; 0,95 e 0,65 para os estádios de estabelecimento (Fase I), crescimento vegetativo (Fase II), formação do fruto (Fase III) e maturação do fruto (Fase IV), respectivamente.

A distribuição dos insumos orgânicos foi realizada de acordo com a casualização dos tratamentos nas subparcelas, sete dias antes da semeadura, com o auxílio de uma enxada a uma profundidade média de 15 cm.

Realizou-se semeadura direta a 1 cm de profundidade com quatro sementes por cova e o desbaste foi realizado 10 dias após semeadura (DAS), ficando uma planta por cova, no espaçamento de 0,15 x 0,15 m.

O sistema de irrigação utilizado foi o sistema de irrigação localizada do tipo gotejamento, com três linhas laterais espaçadas pela distância de 0,3 m e a vazão do gotejador de 4 L h⁻¹. Sendo empregados dois sistemas independentes, para cada fonte hídricas. Adotou-se um turno de rega diário.

Foi utilizada a metodologia de Penman-Monteith-FAO56 (ALLEN *et al.*, 1998) para estimar a ET₀, conforme a equação 01.

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T_{med} + 273} \cdot v_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot v_2)} \quad (1)$$

Em que,

ET₀: Evapotranspiração de referência Penman-Monteith (mm dia⁻¹);

Δ: Declividade da curva de pressão de vapor (kPa °C⁻¹);

R_n: Radiação líquida (MJ m⁻² dia⁻¹);

G: Densidade do fluxo de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹);

γ: Constante psicrométrica (kPa °C⁻¹);

T_{med}: Temperatura média diária do ar (°C);

v₂: Velocidade do vento média diária a 2 m de altura (m s⁻¹);

e_a: Pressão parcial de vapor (kPa);

e_s: Pressão de saturação de vapor (kPa).

A evapotranspiração de referência acumulada para o período experimental (32 dias) totalizou 190 mm, sendo a ET₀ máxima de 8,7 mm dia⁻¹, a mínima de 4 mm dia⁻¹ e média geral de 5,8 mm dia⁻¹. A ET_c no período foi 127 mm em que a máxima foi de 6,5 mm dia⁻¹, a mínima de 2,4 mm dia⁻¹ e média geral de 4 mm dia⁻¹. A lâmina aplicada durante todo o ciclo foi de 102 mm.

A primeira irrigação da área experimental foi realizada com base no monitoramento da umidade do solo para assegurar a elevação do conteúdo de água no solo à condição de capacidade de campo. Posteriormente, a irrigação passou a ser manejada via clima, logo no primeiro dia após a semeadura.

Para estimar a irrigação total necessária (ITN), determinou-se a uniformidade de distribuição de água pelo sistema de irrigação, a partir da metodologia de Keller e Karmeli (1975), sendo o coeficiente de uniformidade de distribuição estimado por meio da equação 2.

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_m} \quad (2)$$

Em que,

CUD: Coeficiente de uniformidade de distribuição de água (decimal);

q₂₅: média do menor quartil das vazões (L h⁻¹);

q_m: Média das vazões (L h⁻¹).

A irrigação total necessária (ITN) foi obtida por meio da equação 03.

$$ITN = \frac{IRN}{CUD} \quad (3)$$

Em que,

ITN: Irrigação total necessária (mm);

IRN: Irrigação real necessária (mm);

CUD: Coeficiente de uniformidade de distribuição de água (decimal).

Como a pressão do sistema mantinha-se constante, era possível controlar o volume em função do tempo de aplicação. Portanto, para a irrigação dos canteiros, transformou-se a lâmina de irrigação real necessária (ITN), que correspondia a própria ET_c do dia, devidamente corrigida pela uniformidade de aplicação de água do sistema de irrigação (CUD) em volume (L m⁻²), multiplicando-se a ITN pela área do canteiro (MENDES *et al.*, 2016).

Foram realizadas três capinas com enxadas e arranquios manuais, sendo uma com nove dias após semeadura, por ocasião do desbaste e outras duas, com frequência semanal, aos 16 e aos 23 dias após a semeadura.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade e quando houve efeito significativo dos efeitos principais ou das interações, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional para assistência estatística ASSISTAT 7.7 beta da Universidade Federal de Campina Grande (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela de análise de variância para as variáveis estudadas com a cultura do rabanete é apresentada abaixo.

Tabela 4. Análise de variância para matéria fresca, matéria seca da parte aérea e produtividades de tubérculos de rabanete irrigado com água de poço e água cinza, cultivado com diferentes insumos orgânicos em Iguatu, Ceará, 2018

F.V.	.L.	Quadrados médios		
		Matéria fresca do tubérculo	Matéria seca da parte aérea	Produtividade de tubérculos
Fontes		37,33143 ^{ns}	0,69369 ^{**}	14,36949 ^{ns}

hídricas (F.H.)				
Resíduo	-	7,49581	0,02072	3,33147
F.H.				
Parcelas		-	-	-
Insumos		23,74385**	0,17005**	10,55282**
orgânicos (I.O.)				
F.H. x I.O.		69,41368**	1,10363**	30,85171**
Resíduo – I.O.	8	2,41334	0,00593	1,07260
Total	1	-	-	-
C.V. – F.H.		12,50	5,09	12,50
C.V. – I.O.		7,09	2,72	7,09

FV.: fontes de variação, G.L.: graus de liberdade, C.V.: coeficientes de variação, * significativo a 5% de probabilidade, **: significativo a 1% de probabilidade, ns: não significativo pelo teste F.

Conforme observou-se na Tabela 5 a água de reuso juntamente com a adubação de esterco ou húmus proporcionou menor quantidade de matéria fresca, exceto com ausência ou mistura dos fertilizantes. Acredita-se que isso esteja associado a mudanças no processo de liberação de nutrientes devido aos diferentes compostos, causando excesso ou falta de algum nutriente e ou alteração no PH do solo.

Tabela 5. Matéria fresca dos tubérculos de plantas de rabanete (g planta⁻¹) irrigadas com água de poço e cinza, cultivadas com diferentes insumos orgânicos no solo

trat - a	trat – b (forma de fertilização)			
Tipo de água	Ausência (I ₀)	Esterco (I ₁)	Húmus (I ₂)	Est. + Húm. (I ₃)
Poço (A1)	23.9097 aA	24.2232 aA	25.4814 aA	18.0142 bB
Reúso (A2)	24.8314 aA	18.8067 bB	17.2346 bB	22.7144 aA

Letras minúsculas representam o tipo de água e maiúsculas o tipo de fertilizante, letras minúsculas iguais não diferenciam-se estatisticamente entre si, assim como as maiúsculas iguais não diferem entre si.

Na tabela 6, os melhores resultados foram obtidos com húmus irrigado com água de poço e o tratamento sem adubação irrigado com água de reuso, observa-se uma tendência desses dois tratamentos serem maiores na Tabela 5 já mencionada.

Tabela 6. Matéria seca da parte aérea de rabanete (g planta⁻¹) irrigado com água de poço e água cinza, cultivado com diferentes insumos orgânicos no solo

trat - a	trat – b (forma de fertilização)			
Tipo de água	Ausência (I ₀)	Esterco (I ₁)	Húmus (I ₂)	Est. + Húm. (I ₃)
Poço (A1)	2.5916 bB	2.7214 aB	3.1386 aA	2.2825 bC
Reúso (A2)	3.4889 aA	2.7509 aC	2.5010 bD	3.1711 aB

Letras minúsculas representam o tipo de água e maiúsculas o tipo de fertilizante, letras minúsculas iguais não diferenciam-se estatisticamente entre si, assim como as maiúsculas iguais não diferem entre si.

Pôde-se constatar pela Tabela 7 que também para a produtividade, o uso da água de poço proporcionou menores valores para a mistura de esterco e húmus enquanto nos demais tratamentos com esse tipo de água a produtividade atingiu o melhor nível estatístico. Já com a água de reúso os melhores valores de produtividade foram sem adubação e com o uso da mistura de esterco e húmus no solo.

Tabela 7. Produtividade dos tubérculos de plantas de rabanete (Mg ha^{-1}) irrigados com água de poço e cinza, cultivado com diferentes insumos orgânicos no solo

trat - a	trat – b (forma de fertilização)			
Tipo de água	Ausência (I_0)	Esterco (I_1)	Húmus (I_2)	Est. + Húm. (I_3)
Poço (A1)	15.9398 aA	16.1488 aA	16.9876 aA	12.0095 bB
Reúso (A2)	16.5543 aA	12.5378 bB	11.4897 bB	15.1430 aA

Letras minúsculas representam o tipo de água e maiúsculas o tipo de fertilizante, letras minúsculas iguais não diferenciam-se estatisticamente entre si, assim como as maiúsculas iguais não diferem entre si.

CONCLUSÕES

A água cinza apresentou bons resultados com a mistura de esterco e húmus e também com a ausência de matéria orgânica. A água de poço apresentou no geral melhores resultados com o húmus e em seguida esterco e ausência de fertilização.

A água de poço proporcionou maiores valores em produtividade, comprimento e matéria fresca do tubérculo.

A água cinza proporcionou maior acúmulo de matéria seca do tubérculo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 297 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALVES, E. S.; LIMA, D. F.; BARRETO, J. A. S.; SANTOS, D. P.; SANTOS, M. A. L. Determinação do coeficiente de cultivo para a cultura do rabanete através de lisimetria de drenagem. *Irriga*, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 194-203, janeiro-março, 2017.

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, p. 306, 2006.

KELLER, J.; KARMEI, D. **Trickle irrigation design**. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975.

MENDES, P. E. F; BASTOS, R. G; SOUZA, C. F. Efluente Tratado Na Agricultura: Aspectos Agronômicos E Sanitários No Cultivo Do Rabanete. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v. 10, nº. 1, p. 428 - 438, Fortaleza, CE, 2016. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br>

SANTIAGO, F, S. *et al.* **Bioágua Familiar: Reuso de água cinza para produção de alimentos no Semiárido**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2012.

SANTIAGO, F. S. *et al.* **Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar: reuso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro**. 1. ed. Caraúbas: ATOS, 2015. 194 f.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.