

II-135 - CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DA CENOURA (*Daucus carota*) IRRIGADA COM EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO

Kenia Kelly Barros da Silva ⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre e Doutora em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professora do curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Acadêmico do Agreste da UFPE.

Priscyla Gabrielly Nepomuceno ⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Estagiária do Laboratório de Engenharia Ambiental da UFPE.

Endereço⁽¹⁾: Rua Severino Ennes de Athayde, 597 – Altiplano Cabo Branco – João Pessoa - PB - CEP: 58046-140 - Brasil - Tel: (81) 9 9449-4996 - e-mail: kenia.silva@ufpe.br

RESUMO

O aumento populacional requer uma maior demanda de água para as atividades humanas, aumentando a produção de esgotos sanitários. A utilização de efluentes tratados na agricultura fornece ao solo e a planta além de água, nutrientes e matéria orgânica, contribuindo para a conservação do solo, diminuição de fertilizantes químicos e preservação dos recursos hídricos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação com as plantas cultivadas em vasos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos aplicados foram: T1-irrigação com água de abastecimento; T2- irrigação de água de abastecimento e adição de NPK; T3-irrigação com efluente tratado; T4- irrigação com efluente tratado e adição de NPK; T5- irrigação com efluente tratado diluído em água de abastecimento (50:50, v/v); T6-irrigação com efluente tratado diluído em água de abastecimento (50:50, v/v) e adição de NPK. O uso do efluente como fonte nutricional obteve um bom resultado, pois a concentração de potássio no túbero foi maior nas parcelas irrigadas com o efluente; além disso, a acidez também foi menor nestas parcelas.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente tratado, irrigação, reúso, cenoura, aporte de nutrientes.

INTRODUÇÃO

Em termos globais, o Brasil possui uma boa quantidade de água. Estima-se que o país possua cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta. Mas a distribuição natural desse recurso no país não é equilibrada. A região Norte, por exemplo, concentra aproximadamente 80% da quantidade de água disponível, mas representa apenas 5% da população brasileira. Já as regiões próximas aos Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população, porém, menos de 3% dos recursos hídricos.

O “Global Environmental Outlook’s Baseline Scenario” de 2012 da OECD (OECD, 2012a) projetou um aumento no risco de escassez de água até 2050, com uma perspectiva de 2,3 bilhões de pessoas vivendo em áreas com grave restrição hídrica, especialmente no Norte e no Sul da África e na Ásia Central. Outro prognóstico do Relatório diz que o mundo irá enfrentar um déficit hídrico de 40% em 2030, caso nenhuma ação seja tomada – cenário business-as-usual (2030 WRG, 2009).

A escassez da água é o resultado da combinação da variabilidade hidrológica e do elevado uso humano, o qual pode, em parte, ser mitigado com infraestruturas de armazenamento.

Segundo o Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2016, a utilização da água nos municípios pode representar até 35% do total da água consumida em alguns países. O reúso da água para irrigação é a estratégia mais comum para a reciclagem das águas residuais. Mundialmente, estima-se que 20 milhões de hectares (WHO, 2006) de terras são irrigados com águas residuais tratadas. A utilização de água da chuva, telhados verdes e outras estruturas sustentáveis também estão ganhando interesse nos ambientes urbanos.

A respeito do cultivo da cenoura, esta hortaliça é considerada a mais popular no mundo, perdendo apenas para as batatas. Possuem uma imensa popularidade pelo seu sabor, sua resistência ao frio, sua facilidade de armazenamento e seu valor nutricional. Fonte de vitamina A, cálcio, sódio e potássio, a cenoura fortalece ossos e dentes, ajuda a prevenir a cegueira noturna, combate prisão de ventre e problemas estomacais. Além disso, estimula o apetite, facilita a digestão, ajuda a evitar alguns tipos de câncer e de doenças cardíacas.

A China é o país com maior produção de cenoura no mundo, com uma produção de mais de 15 milhões de toneladas em 2016. Num ranking internacional de produção, a segunda posição é ocupada pela Rússia, com quase 2 milhões de toneladas e na terceira posição aparecem os Estados Unidos, com 1,5 milhão de toneladas (FAO, 2016). O Brasil ocupa o quinto lugar, com uma produção anual próxima de 760 mil toneladas (2015), em uma área de 24 mil hectares. O brasileiro consome em média 5,3 quilos de cenoura per capita por ano (IBGE, 2016). Entre os principais estados produtores no ano de 2016 estão, por ordem de importância, Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Bahia e Goiás. Eles, em conjunto, são responsáveis por 90% da produção nacional.

Com base nesse cenário, o presente trabalho avaliou a influência do efluente doméstico tratado, este utilizado como fonte hídrica e nutricional no cultivo da cenoura, sobre os parâmetros nutricionais e de produção da cenoura (*Daucus carota*).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, a qual se encontra situada na Área Experimental para Uso Agrícola de Efluentes Tratados do Campus Acadêmico do Agreste (CAA), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no município de Caruaru (Figura 1).



Figura 1: Casa de vegetação na Área Experimental para Uso Agrícola de Efluentes Tratados do CAA/UFPE.

A cultivar escolhida para o estudo foi a cenoura tipo Brasília. A espécie foi desenvolvida pelo Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças – EMBRAPA para ser cultivada no verão. Essa cultivar possui raízes cilíndricas de cor alaranjada clara, folhas vigorosas e coloração verde escura. O comprimento médio dos túberos são de 15 a 22 cm e o diâmetro de 3 a 4 cm. Tem produção média de 30t.ha⁻¹, em condições de verão, e sua colheita pode ser efetuada de 85 a 100 dias após a semeadura.

O sistema de irrigação utilizado foi rega manual. Como águas de irrigação foram utilizados o efluente doméstico tratado da lagoa de maturação da Estação de Tratamento de Esgoto Rendeiras (ETE Rendeiras), com adição de hipoclorito de sódio (NaClO , a uma concentração de 25 g.L^{-1}), cuja finalidade foi remover microrganismos patogênicos, e água do sistema de abastecimento público, captada no próprio Campus universitário.

Para o cálculo da lâmina de irrigação, foi considerada a evapotranspiração de referência da cenoura associada ao tipo de solo e à profundidade do sistema radicular, segundo metodologia desenvolvida pela EMBRAPA (MAROUELLI, 2007), especificamente para o cultivo da cenoura. Com base na lâmina de irrigação calculada para cada fase de desenvolvimento da cultura, determinou-se o aporte de nutrientes do efluente tratado, para posteriormente calcular a adubação mineral necessária, seguindo a recomendação da EMBRAPA para a cenoura.

A ETE Rendeiras encontra-se localizada no bairro das Rendeiras, região leste do município de Caruaru-PE. A estação tem capacidade para tratar 450 L.s^{-1} de esgoto domésticos; no entanto, opera com vazão de 150 L.s^{-1} , pois apenas 40% do esgoto da cidade é direcionado para a estação de tratamento.

O sistema de tratamento da ETE Rendeiras é composto pelas seguintes unidades: um reator anaeróbio do tipo UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), este constituído por quatro células em paralelo, seguido, respectivamente, por três lagoas em série atuando como unidades de pós tratamento do efluente anaeróbio – lagoa aerada, lagoa facultativa e lagoa de maturação. Além das unidades de tratamento de esgotos, há seis reservatórios destinados ao armazenamento e distribuição de efluente tratado (ou água de reúso), que é utilizado na rega de áreas paisagísticas da área urbana de Caruaru.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos definidos estão informados na Tabela 1.

Tabela 1: Tratamentos aplicados ao experimento.

Tratamentos	Descrição
T1 (A)	Irrigação com água de abastecimento
T2 (A+NPK)	Irrigação com água de abastecimento e NPK
T3 (E)	Irrigação com efluente tratado
T4 (E+NPK)	Irrigação com efluente tratado e NPK
T5 (E+A)	Irrigação com efluente tratado diluído em água de abastecimento (50:50, v/v)
T6 (E+A+NPK)	Irrigação com efluente tratado diluído em água de abastecimento (50:50, v/v) e NPK

A coleta das amostras de água de abastecimento e efluente tratado foram realizadas três vezes por semana. As amostras de efluente tratado foram coletadas e levadas para o Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA), sem nenhum tratamento prévio de preservação, para caracterizações físico-químicas e bacteriológicas.

As caracterizações físico-química e bacteriológica das águas de irrigação (efluente tratado e água de abastecimento) foram realizadas pela avaliação dos seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, salinidade, turbidez, demanda química de oxigênio (DQO), N-total e amoniacal, P, Na, K, Li, Ca, Mg e coliformes totais (NMP/100mL). Todas essas análises foram realizadas conforme os métodos descritos no Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

O solo usado neste experimento foi retirado de uma zona de empréstimo numa propriedade rural localizada próxima à zona urbana de Caruaru. O perfil natural desse solo é de um Planossolo e Solonetz Solodizado. A preparação de suas amostras foi feita seguindo as recomendações da Embrapa para retirada e acondicionamento de amostras de solo, essas contidas no Manual de Análises Químicas de Solo, Plantas e Fertilizantes (Embrapa Informação Tecnológica, 2009). O solo tratado, após destorroado e peneirado, foi denominado “terra fina seca ao ar” (TFSA), e as amostras de TFSA foram enviadas a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), para caracterização química das mesmas.

A colheita dos tuberos foi realizada manualmente. Após a colheita, os tuberos foram higienizados com água corrente e detergente neutro e posteriormente lavados com água destilada e separados por tratamento para análises.

Com relação às análises químicas nos tuberos da cenoura, estas foram realizadas segundo às metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz, no livro Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Os parâmetros estudados foram: P, Na, K e acidez titulável. Em si tratando da detecção de microrganismos patogênicos, a determinação de Coliformes Totais foi realizada pelo método de tubos múltiplos (APHA,2005).

O tratamento dos resultados foi realizado por estatística descritiva, análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, a 1 e 5% de probabilidades.

RESULTADOS

CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

A caracterização mineralógica do solo de plantio realizada pelo IPA está descrita na Tabela 2.

Tabela 2: Caracterização físico-química do solo

Parâmetros	Unidades	Amostra de Solo
pH	-	6,90
P	mg.dm ⁻³	135,00
K	cmol.dm ⁻³	0,90
Al	cmol.dm ⁻³	0,00
Ca	cmol.dm ⁻³	4,60
N-total	mg N-NH ₄ ⁺ .L ⁻¹	21,58±2,23
N-NH ₃	mg N-NO ₃ ⁻ .L ⁻¹	45,49±3,01
Na	cmol.dm ⁻³	1,20
Mg	cmol.dm ⁻³	1,00
H	cmol.dm ⁻³	1,40
S	cmol.dm ⁻³	7,70
CTC	cmol.dm ⁻³	9,10
V	%	85,00
M	%	0,00

S: soma de bases (S = Ca + Mg + K); CTC: capacidade e de troca de cátions efetiva (CTC = S + Al); V: e saturação por bases; m: índice de saturação por alumínio; H: acidez potencial

Segundo os resultados apresentados na Tabela 2, podemos afirmar que, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa, o solo utilizado no experimento possui características de solo eutrófico, pois possui saturação por base superior a 50%, indicando alta fertilidade, solódico, pois apresenta saturação por sódio ($100 \text{ Na}^+/\text{T}$) < 15%.

Os planossolos são solos de boa fertilidade natural, pois se trata de um ambiente rico em minerais primários facilmente intemperizáveis, tornando-o um reservatório de nutrientes para as plantas, sobretudo P, Ca e Mg.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO E DA ÁGUA DE REÚSO

Os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos de caracterização da água de abastecimento e da água de reúso (efluente tratado da lagoa de maturação com adição de hipoclorito de sódio) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Caracterização físico-química das águas de irrigação

Parâmetros	Unidades	Água de abastecimento	Água de Reúso
pH	-	6,81	7,23
Condutividade elétrica	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	88,70	1146,00
Salinidade	-	0,00	0,40
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	23,70	25,30
DQO	$\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$	18 \pm 9	225 \pm 15
N-total	mg N-NTK.L^{-1}	0,00	29,68
N-NH ₃	$\text{mg N-NH}_3.\text{L}^{-1}$	0,00	8,96
P-PO ₄	$\text{mg PO}_4.\text{L}^{-1}$	0,43	11,63
Na	mg.L^{-1}	15,20	29,10
K	mg.L^{-1}	14,10	22,20
Li	mg.L^{-1}	16,10	16,50
Ca	mg.L^{-1}	13,30	15,20
Mg	mg.L^{-1}	10,55	134,11
Turbidez	NTU	0,07	39,60
Coliformes Totais	NMP.L ⁻¹	12x10 ²	230

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, em seu Guia para o Uso Seguro de Águas Residuais Excretas e Águas Cinzas (WHO, 2006), águas residuais municipais com concentrações de N-total e P entre 20 – 85 mg.L^{-1} e 6 – 20 mg.L^{-1} aumentam a produtividade das culturas irrigadas, a depender das características do solo de cultivo. Com relação às bactérias patogênicas, mesmo às águas de irrigação apresentado valores iguais a 12x10² e 230 NMP.L⁻¹, respectivamente para as águas de abastecimento e de reúso, não foram encontradas bactérias patogênicas nos túberos da cenoura submetidos aos tratamentos estudados, após higienização com água e detergente.

APORTE DE NUTRIENTES

Levando-se em consideração as concentrações de nitrogênio amoniacal, fósforo total e potássio presente no efluente tratado utilizado na irrigação do experimento e as lâminas aplicadas, tem-se os aportes de nutrientes resultantes apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Aporte de nutrientes na irrigação da cenoura com esgoto tratado.

Tratamentos	Lâmina Aplicada (mm.d ⁻¹)	Concentração do Nutriente			Aporte de Nutrientes		
		Nitrogênio (mgN.L ⁻¹)	Fósforo (mgP.L ⁻¹)	Potássio (mgK.L ⁻¹)	Nitrogênio (kgN.ha ⁻¹)	Fósforo (kgP.ha ⁻¹)	Potássio (kgK.ha ⁻¹)
T2	20,00	67,08	135,04	365,66	13,42	27,00	73,13
	16,30				10,94	22,01	59,60
	14,86				9,97	20,07	54,34
T4	20,00	96,77	146,63	373,76	19,35	29,33	74,75
	16,30				15,77	23,90	60,92
	14,86				14,38	21,79	55,54
T6	20,00	81,92	141,03	369,71	16,38	28,25	75,35
	16,30				13,35	22,98	60,26
	14,86				12,17	20,96	54,94

Considerando os requisitos de adubação química em 20 a 30 kg N.ha⁻¹, 250 a 400 kg P.ha⁻¹ e 100 a 130 kg K.ha⁻¹, recomendados pela Embrapa (2002) para o cultivo da cenoura, e a duração de um ciclo de cultivo, pode-se determinar a contribuição relativa dos aportes de N, P e K provenientes do efluente tratado. Na Tabela 5 estão descritas as necessidades de NPK e os aportes necessários de nitrogênio, fósforo e potássio para os tratamentos T2, T4 e T6.

Tabela 5: Valores de NPK para o cultivo da cenoura por tratamento.

Tratamentos	Lâmina Aplicada (mm.d ⁻¹)	N (Kg.ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (Kg.ha ⁻¹)	K ₂ O (Kg.ha ⁻¹)
T2	20	6,58	223	26,87
	16,3	49,06	0	0
	14,86	50,03	0	0
T4	20	0,65	220,67	25,25
	16,3	49,23	0	0
	14,86	45,62	0	0
T6	20	3,62	221,75	24,65
	16,3	46,65	0	0
	14,86	47,83	0	0

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS

Os resultados referentes ao conteúdo de P, Na, K e acidez nos túberos da cenoura encontram-se descritos na Tabela 6.

Tabela 6: Parâmetros nutricionais da Cenoura

Tratamentos	Fósforo (mg.L ⁻¹)	Sódio (mg.L ⁻¹)	Potássio (mg.L ⁻¹)	Acidez
T1 (A)	0,91ab	11,40BC	30,09b	3,19AB
T2 (A+NPK)	1,03a	6,93C	43,32ab	3,53A
T3 (E)	0,83ab	25,00A	31,33ab	2,00BC
T4 (E+NPK)	0,92ab	20,49AB	43,82ab	1,53C
T5 (E+A)	0,52b	16,83ABC	38,02ab	2,06ABC
T6 (E+A+NPK)	0,80ab	13,71ABC	47,68a	2,73ABC
DMS	0,45	12,49	17,50	1,47
ρ	0,05	0,01	0,05	0,01

A respeito dos teores de P contidos nos túberos da cenoura, o tratamento T2 (A+NPK) registrou o maior valor médio encontrado ($1,03 \text{ mg.L}^{-1}$) e este valor diferiu estatisticamente do valor encontrado no tratamento T5 (A+E). Com relação aos teores de Na, o maior valor foi registrado no tratamento T3 (E), o qual diferiu estatisticamente dos tratamentos irrigados com água de abastecimento. O maior valor de K ($47,68 \text{ mg.L}^{-1}$) foi encontrado no tratamento T6 (E+A+NPK) e este foi estatisticamente diferente do menor valor médio ($30,09 \text{ mg.L}^{-1}$) registrado no tratamento T1 (A). Ao analisarmos a acidez, observamos que o maior valor foi verificado em T2 (A+NPK) e este valor diferiu estatisticamente dos valores observados nos tratamentos T3 (E) e T4 (E+NPK).

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, pode-se concluir que o efluente tratado não interferiu negativamente no desenvolvimento da cultura, podendo ser utilizada com água de irrigação. O uso do efluente como fonte nutricional obteve um resultado razoável pois a concentração de potássio no túbero foi maior nas parcelas irrigadas com o efluente e a acidez foi menor nestas parcelas também. A concentração de fósforo no túbero comparando o tratamento T2 (A+NPK) com o T5 (E+A), a parcela irrigada com o efluente é mais viável pois não há a adição de compostos minerais artificiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TIGLEA, P., PASCUET, N.S., ZENEBON, O., Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, 2008.
2. SILVA, F.C., Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, EMBRAPA
3. MAROUELLI, W.A., OLIVEIRA, R.A., SILVA, W.L.C., Irrigação da cultura da cenoura, Circular Técnica n°48, EMBRAPA, Janeiro, 2007
4. Tratamento e utilização de esgotos sanitários / Lourdinha Florencio, Rafael Kopschitz Xavier Bastos, Miguel Mansur Aisse (Coord.). Rio de Janeiro: ABES, 2006. 427 p.: il Projeto PROSAB
5. Pressurized Irrigation Techniques. A. Phocaides. FAO Consultante; Food and Agriculture Organization of the United Nations; Rome, 2007.
6. APHA; AWWA; WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21a ed. Washington D.C, 2005.
7. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016, UNESCO
8. Trinh, L.T.; Duong, C.C.; Steen, P.V.D.; Lens, P. N. L., Exploring the potential for wastewater reuse in agriculture as a climate change adaptation measure for Can Tho City, Vietnam, 2013.
9. USDA- United States Department of Agriculture, USDA National Nutrient Database for Standard Reference 28 slightly revised May 2016
10. Water Security: Principles, Perspectives and Practices. Routledge, 2013
11. Sousa, A. R.; Albuquerque, S.F.; Silva, A.B.; Lopes, G. M. B.; Nunes Filho, J. Caracterização e interpretação para uso agrícola de um Planossolo Háptico Eutrófico Sódico do Agreste pernambucano. Setembro, 2013.
12. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]. – 4. ed. – Brasília, DF: Embrapa, 2014.