



II -219 – EFEITO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS DE REÚSO E AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE SEMENTES E MUDAS DE FEIJÃO

Ana Paula Alves Feitosa de Amorim⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Administradora pela UFPE. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela UFPE. Doutoranda em Engenharia Civil na UFPE.

Rafaela Dantas de Lucena Rocha⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela UFPE. Doutoranda em Engenharia Civil na UFPE.

Nathali Ribeiro da Silva⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela (UFPE).

Kenia Kelly Barros da Silva⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestre em Tecnologia Ambiental pela UFPE. Doutora em Tecnologia Ambiental pela UFPE. Professora Associada da UFPE no Centro Acadêmico do Agreste, Núcleo de Tecnologia.

Mario Takayuki Kato⁽⁵⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e administrador pela Faculdade Católica de Economia e Administração do Paraná. Mestre em Hidráulica e Saneamento (Engenharia Civil) pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Doutor em Tecnologia Ambiental e Ciências da Agricultura pela Universidade Agrícola de Wageningen, Holanda. Professor Titular da Universidade Federal de Pernambuco, no Departamento de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências.

Endereço⁽¹⁾: Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, Recife – Pernambuco – CEP: 50740-550 – Brasil – Tel: (81) 2126-8200 – e-mail: ana.afeitosa@ufpe.br

RESUMO

Com o aumento da população, desenvolvimento econômico e urbanização, a geração de resíduos sólidos e líquidos aumentou, causando problemas ambientais. O Nordeste Brasileiro, frequentemente afetado por escassez hídrica, encontra na reutilização de água residuais tratadas pela irrigação uma solução sustentável. Este método pode atender à demanda hídrica e mitigar a poluição, beneficiando a agricultura ao fornecer água, nutrientes e matéria orgânica, melhorando a fertilidade do solo e a produtividade das plantas. Vários estudos demonstram os benefícios do uso de efluentes tratados em culturas agrícolas, incluindo o feijão, importante na economia e dieta brasileira. Este trabalho avaliou os efeitos do efluente têxtil e sanitários tratados nas características de sementes e mudas de feijão, fornecendo informações técnicas e científicas sobre o reúso agrícola de águas residuais. O experimento ocorreu em sala de germinação com medições diárias de temperatura e umidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 3 repetições, totalizando 12 unidades experimentais (bandejas de cultivo). O experimento testou 4 tipos de água de irrigação: água destilada (DW, tratamento controle), água de torneira (TW) e duas águas de reúso, efluente têxtil tratado (TRW) de uma lavanderia têxtil e efluente sanitário (RW) da Estação de Tratamento de Esgotos do CAA/UFPE (ETE/CAA). As radículas das sementes de feijão irrigadas com RW se desenvolveram melhor em comparação com os resultados encontrados nos outros tratamentos estudados, e foram significativamente diferentes dos tratamentos cuja irrigação foi realizada com DW e W. O efluente doméstico proveniente da estação de tratamento do Campus do Agreste (EC) representa uma fonte potencialmente importante para fornecer nutrientes, promover o crescimento, aumentar a produtividade e fornecer o desenvolvimento das espécies. O tratamento RW também resultou em aumentos nos teores de clorofilas a, b, total e carotenoides, sugerindo que as plantas absorveram nutrientes suficientes, quando comparado aos tratamentos (DW, W e TRW). Quanto aos os teores de proteína bruta (CP), os tratamentos com água de reúso (TRW e RW) apresentaram valores mais elevados para o feijão-vagem (*Phaseolus Vulgaris* L.).

PALAVRAS-CHAVE: Biofortificação, Efluente têxtil, Efluente Sanitário, Semiárido, Nutrientes.



INTRODUÇÃO

Com o aumento da população, o desenvolvimento econômico e a rápida urbanização e industrialização, a geração de resíduos sólidos e líquidos aumentou consideravelmente, resultando em diversos problemas ambientais (Cetin *et al.*, 2022). O Nordeste brasileiro enfrenta frequentes períodos de escassez hídrica, muitas vezes devido à má distribuição das chuvas, resultando em longos episódios de seca (Carvalho, 2013). Dessa forma, a água se tornou um fator importante e até mesmo limitante para os desenvolvimentos industrial e agrícola dessa região.

Como solução o uso de águas residuais tratadas na irrigação tem-se tornado uma alternativa sustentável, capaz de satisfazer a crescente demanda hídrica e mitigar a poluição ambiental (Navarro *et al.*, 2015). Essas águas, quando utilizadas na agricultura de maneira controlada, trazem benefícios econômicos, sociais e ambientais, uma vez que, fornecer água, nutrientes e matéria orgânica que beneficiam o sistema solo-planta (Schaeer-Barbosa *et al.*, 2014), ao melhorar as características físicas e a fertilidade dos solos, além de favorecer o desenvolvimento e produtividade das plantas (Yerli *et al.*, 2023).

Nesta perspectiva, vários estudos têm mostrado resultados positivos quanto a aplicação de efluentes tratados ao solo (MAGELA *et al.*, 2016), no que diz respeito ao desenvolvimento e produtividade de culturas agrícolas, como por exemplo, a eficácia do efeito fertilizante no cultivo de brócolis, nabo e mostarda (Mori, Yokota e Ono, 2012), rabanete (Dantas *et al.*, 2014), cenoura e beterraba (Doria *et al.*, 2015), arroz, milho, algodão, batata, feijão-flora e tomate (Kumar *et al.*, 2023), girassol (Yazdanbakhsh *et al.*, 2019), cartamo (Baghani *et al.*, 2021).

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) com um alto teor de proteico significativo entre 20% a 30% (EMBRAPA, 2002), desempenha um papel crucial na economia do Brasil, sendo um alimento de fácil comercialização e parte da dieta alimentar da população brasileira (Freire Filho *et al.*, 2011). Para esta espécie de feijão, Silva (2017) observou-se que o uso do efluente doméstico, destacou-se na biofortificação dos grãos, aumento da produtividade e redução do teor de substâncias solúveis nas folhas, indicando a viabilidade do emprego de esgoto tratado na irrigação dessa cultura.

Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos de dois tipos de efluentes tratados (de origem têxtil e sanitária) sobre as características morfológicas e bioquímicas de sementes e mudas de feijão, a fim de gerar insumos técnicos e científicos sobre o reuso agrícola de águas efluentes tratados.

OBJETIVOS

Avaliar os efeitos de dois tipos de efluentes tratados (de origem têxtil e sanitária) sobre as características morfológicas e bioquímicas de sementes e mudas de feijão, a fim de gerar insumos técnicos e científicos sobre o reuso agrícola de águas efluentes tratados.

MATERIAIS E MÉTODOS

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento ocorreu no Laboratório de Engenharia Ambiental do Campus Acadêmico do Agreste, da Universidade Federal de Pernambuco (CAA/UFPE), em sala de germinação. As medições diárias de temperatura (T) e umidade (U) foram realizadas às 7h (a.m.), registrando médias 29.2 ± 0.4 °C e 57.6 ± 0.7 %, respectivamente.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 3 repetições (Tabela 1), totalizando 12 unidades experimentais (bandejas de cultivo). As sementes foram distribuídas em bandejas com 180 mm de diâmetro interno e 85 mm de profundidade. As coberturas plásticas das bandejas foram perfuradas no topo para facilitar a circulação de ar. Cada bandeja foi semeada com 10 sementes, totalizando de 120 sementes.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO
-------------	-----------

T1 (DW)	Água Destilada (controle)
T2 (W)	Água de Torneira
T3 (TRW)	Efluente Têxtil Tratado
T4 (RW)	Efluente Sanitário

Como substrato, foi utilizada uma mistura de musgo esfagno e areia lavada e peneirada em peneira com malha de 200 μ e abertura de 0,074 mm, para remoção dos pedriscos, na proporção de 3:8 kg (musgo:areia). O musgo é um substrato que pode vir a substituir o solo e serve como um suporte para as raízes, além de garantir o equilíbrio das quantidades de água, ar e nutrientes fornecidos às sementes. (Zoreto, 2011)

ÁGUAS DE IRRIGAÇÃO

O experimento testou 4 tipos de água de irrigação: água destilada (DW, tratamento controle), água de torneira (TW) e duas águas de reúso, efluente têxtil tratado (TRW) de uma lavanderia têxtil e efluente sanitário (RW) da Estação de Tratamento de Esgotos do CAA/UFPE (ETE/CAA). O TRW foi tratado a partir dos resíduos líquidos da lavanderia, passando por um processo que incluiu armazenamento, homogeneização, adição de coagulante químico (sulfato de alumínio - Al_2SO_4) e etapas de floculação e sedimentação. O efluente do campus (EC) utilizado como água de irrigação foi coletado na saída da lagoa facultativa. As características físico-químicas das águas de irrigação estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2: Composição de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos das águas de irrigação.

Parâmetro	Unidade	ÁGUA	Efluente sanitário	Efluente Têxtil	Limites (Resoluções)
pH	–	7,3 \pm 0,8	9 \pm 0,7	4 \pm 0,4	6 - 8,5 (COEMA n°2/2017)
CE	μ S cm^{-1}	180,2 \pm 52,2	600 \pm 42	500 \pm 34	\leq 3000 (COEMA n°2/2017)
Salinidade	%o	0,1 \pm 0,02	0,9 \pm 0,3	0,7 \pm 0,2	0,5 - 30 (CONAMA n°430/2011)
Turbidez	NTU	0,1	8,3	10,1	-
DQO	mg O_2 L^{-1}	24 \pm 15,4	81 \pm 31,3	128,4 \pm 35,7	120 (CPRH 2002 e CPRH 2007)
NTK	mg N-NTK L^{-1}	0,7 \pm 0,6	24,1 \pm 12,6	1,8 \pm 0,8	-
Fósforo	mg P- PO_4^{3-} L^{-1}	0	8 \pm 0,3	4 \pm 0,5	-
SSF	mg SS totais L^{-1}	28,3 \pm 45,1	61,5 \pm 49,8	129 \pm 50,1	50 (Portaria SEMACE n° 154/2002)
CT	NMP 100 m L^{-1}	0	2400 \pm 45	240 \pm 12	-
CF	NMP 100 m L^{-1}	0	2200 \pm 34	230 \pm 42	\leq 104 (CONSEMA n°419/2020)
Ovos de helmintos	N° de ovos L^{-1}	0	0	0	1 (COEMA n°2/2017)

Em que: pH - Potencial Hidrogeniônico; CE – Condutividade Elétrica; DQO – Demanda Química de Oxigênio; NTK- Nitrogênio Total; SSF – Sólidos Suspensos Fixos; CT - Coliformes Totais; CF - Coliformes Fecais; COEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente do Ceará (Resolução COEMA 9/2021); CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resolução CONAMA 430/2011); CONSEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (Resolução CONSEMA 419/2020); CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente do Estado de Pernambuco (Norma Técnica CPRH n° 2002 e n° 2007).

TRATAMENTO DE SEMENTES

No experimento, todas as sementes foram consideradas adequadas, sem seleção prévia com base nos aspectos físicos. No entanto antes da semeadura, as sementes foram tratadas para prevenir a presença de fungos, insetos e outros organismos indesejáveis. Esse tratamento, conforme o Manual da Análise Sanitária de Sementes (Brasil, 2009b), consistiu em imergir as sementes em 50 mL de uma solução de hipoclorito de sódio (NaOCl),



a 2 %, por 5 minutos. Em seguida, para remover o excesso de NaOCl, foram lavadas em três ciclos com 100 mL de água destilada e deixadas secar a temperatura ambiente por 2 horas.

PARÂMETROS FÍSICOS E BIOQUÍMICOS

As sementes foram consideradas germinadas quando as radículas atingiam 1,0 mm. As alturas das plântulas foram medidas com um paquímetro digital (Modelo ABSOLUTE Mitutoyo, capacidade de 0-200 mm e erro de ± 0.02 mm). O potencial de germinação (PG) foi determinado segundo Rusan *et al.* (2015).

As proteínas brutas (BP) e solúvel (SP) foram determinadas pelos métodos de Bezerra Neto *et al.* (2011). As clorofilas “a”, “b” e carotenoides foram determinadas por espectrofotometria UVvis, com valores de clorofila “a” (C-a), clorofila “b” (C-b) e carotenoides calculados conforme Lichtenthaler & Buschmann (2001). A clorofila total é a soma de C-a e C-b.

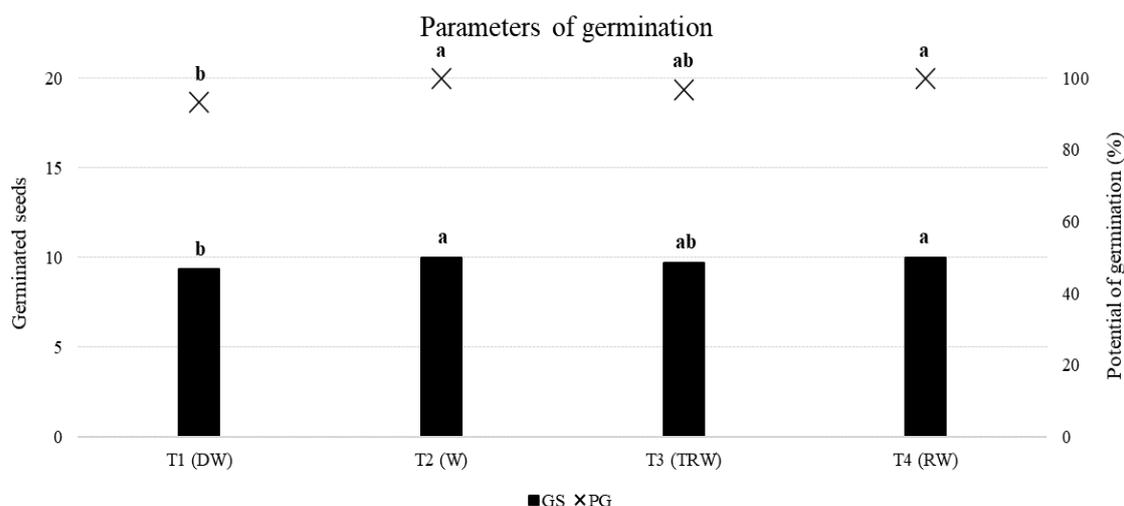
ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram realizadas análises estatísticas através do software Statistica, versão 5.0 e as diferenças significativas foram avaliadas por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, $\rho < 0.05$.

RESULTADOS

PARÂMETROS MORFOLÓGICOS

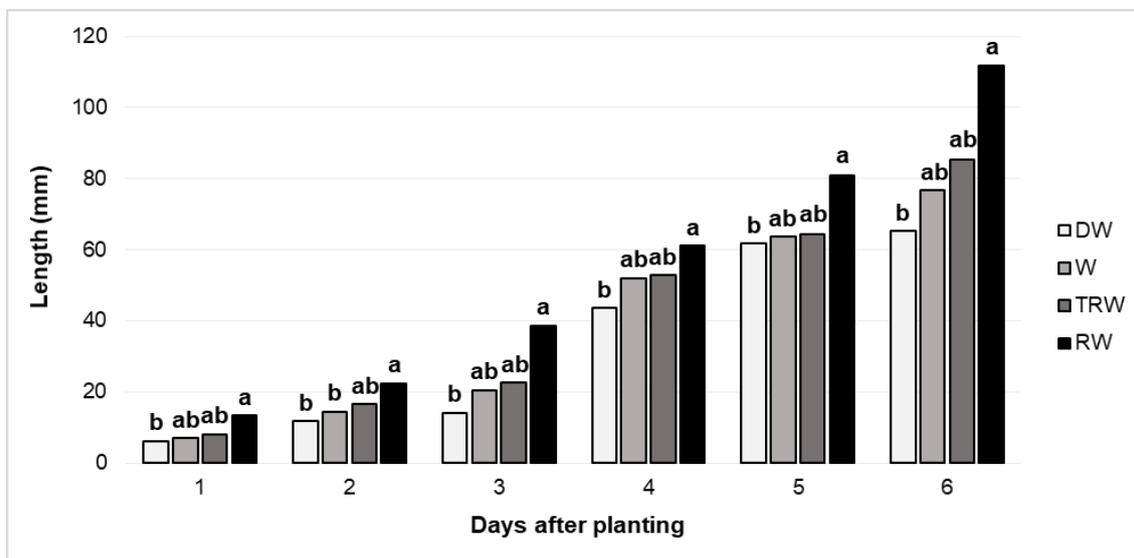
Ao considerarmos o número de sementes de feijão germinadas, os valores encontrados nos tratamentos T2 ($10 \pm 0,1$), T3 e T4 ($10 \pm 0,1$) foram estatisticamente diferentes daquele registrado em T1 ($9 \pm 0,1$), a $\rho < 0,05$. A respeito do potencial de germinação, os valores observados em T2 e T4 ($100 \pm 1,2\%$, para ambos) foram estatisticamente diferentes daquele observado em T1 (irrigação com água destilada) ($93 \pm 1,2\%$) (Figura 1).



Valores seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, $\rho < 0.05$.

Figura 1: Parâmetros de germinação aos seis dias após o plantio.

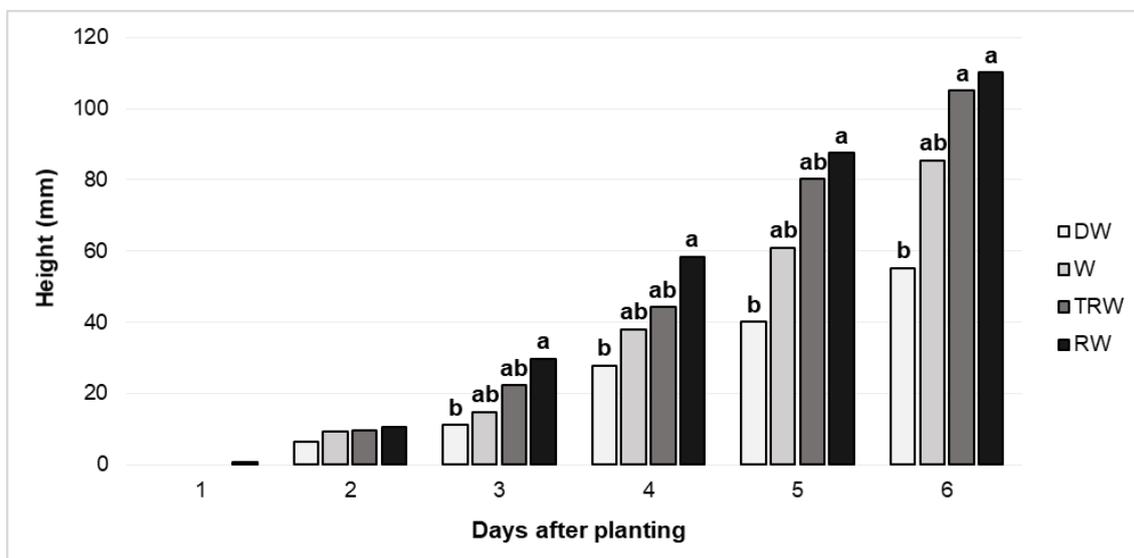
As radículas das sementes de feijão irrigadas com RW se desenvolveram melhor em comparação com os resultados encontrados em outros tratamentos estudados, e foram significativamente diferentes dos tratamentos cuja irrigação foi realizada com DW e W (aos 2 DAS) (Figura 2).



Valores seguidos pela mesma letra na mesma linha não diferem pelo teste de Tukey, $\rho < 0.05$.

Figura 2: Comprimento das raízes finas aos seis dias após o plantio.

A respeito das plântulas, as diferenças significativas entre as alturas foram observadas a partir dos 3 DAS. As plântulas submetidas ao tratamento T4 apresentaram as maiores alturas e foram significativamente diferentes dos valores encontrados em T1 (DW) (aos 3, 4, 5 e 6 DAS). Aos 6 DAS, as alturas das plântulas encontradas no tratamento T3 (TRW) também foram significativamente diferentes daquelas encontradas no tratamento T1 (DW) (Figura 3).

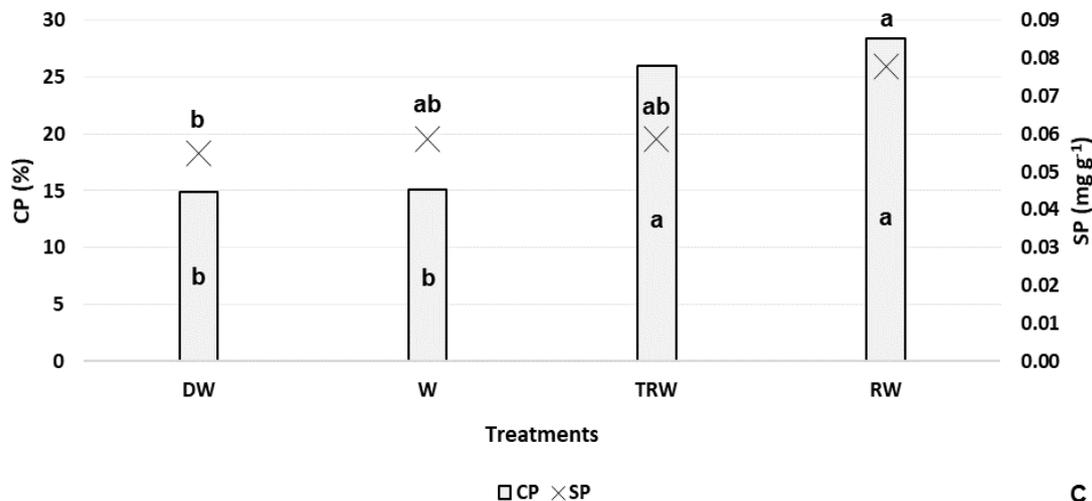


Valores seguidos pela mesma letra na mesma linha não diferem pelo teste Tukey, $\rho < 0.05$.

Figura 3: Altura das mudas aos seis dias após o plantio.

PARÂMETROS BIOQUÍMICOS

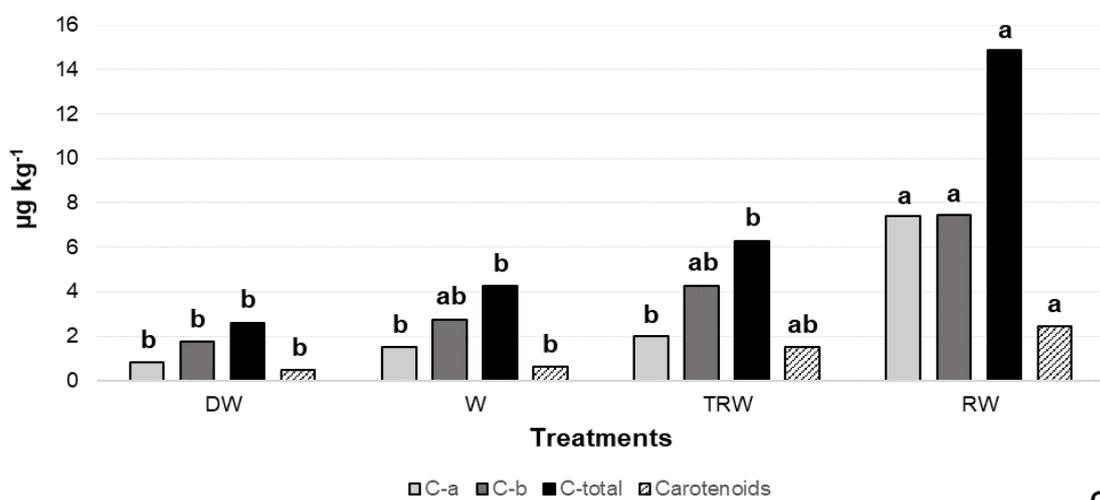
O feijão apresentou maiores teores de CP nas sementes submetidas aos tratamentos T3 (-) e T4 (-). Esses valores foram estatisticamente diferentes daqueles encontrados em T1 (-) e T2 (-). O maior teor de SP foi observado no tratamento T4 (-) e esse resultado foi significativo quando comparado àquele registrado em T1 (-) (Figura 4).



Valores seguidos pela mesma letra na mesma linha não diferem pelo teste Tukey, $\rho < 0.05$.

Figura 4: Proteína bruta e solúvel.

A respeito das concentrações de clorofilas e carotenoides encontradas na biomassa do feijão, os maiores valores também foram observados em T4. Estatisticamente, o teor de C-a em T4 ($7.4 \pm 1.2 \mu\text{g kg}^{-1}$) foi diferente de todos os valores registrados nos outros tratamentos estudados ($0.9 \pm 1.2 \mu\text{g kg}^{-1}$, T1, $1.5 \pm 1.2 \mu\text{g kg}^{-1}$, T2 e $2.0 \pm 1.2 \mu\text{g kg}^{-1}$, T3). A concentração de C-b em T4 ($7.4 \pm 1.1 \mu\text{g kg}^{-1}$) foi significativamente diferente do valor encontrado em T1 ($1.8 \pm 1.1 \mu\text{g kg}^{-1}$). Com relação aos teores de carotenoides, o valor registrado em T4 ($2.4 \pm 0.4 \mu\text{g kg}^{-1}$) foi significativo quando comparado aos valores encontrados em T1 ($0.5 \pm 0.4 \mu\text{g kg}^{-1}$) e T2 ($0.6 \pm 0.4 \mu\text{g kg}^{-1}$) (Figura 5).



Valores seguidos pela mesma letra na mesma linha não diferem pelo teste de Tukey, $\rho < 0.05$.

Figura 5: Conteúdo de clorofila e carotenoides.

DISCUSSÕES

Segundo Rafique *et al.* (2020), as sementes irrigadas com efluente sanitário demonstram elevada capacidade de absorver os micronutrientes presentes nesse efluente, resultado em uma melhoria na nutrição das sementes e no favorecimento do desenvolvimento das plantas.

O efluente exerceu uma influência positiva em todo o processo de germinação das sementes, desde o desenvolvimento inicial até o estabelecimento das plântulas, devido à presença de nutrientes essenciais (N, P e



K) presentes em sua composição (Dantas *et al.*, 2018). Segundo Andrade *et al.* (2012), o uso do RW também contribuiu significativamente para o teor de SP nas sementes, devido ao aporte de nutrientes.

Os valores mais elevados de clorofila foram observados devido à rápida e eficiente absorção de nitrogênio, componente crucial na estrutura de clorofila, especialmente nas sementes de feijão, resultando em resultados significativos. Pesquisas anteriores, como as de Moradi *et al.* (2016), também destacaram resultados positivos para os teores de clorofila ao utilizar efluente doméstico no cultivo irrigado de feijão.

As diferenças significativas observadas entre os tratamentos T1, T3 e T4 podem ser atribuídas à presença de macro e micronutrientes, especialmente K e N, que são nutrientes que favorecem o desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, o crescimento das plântulas. Esses resultados indicam a viabilidade do uso de efluentes como fonte de nutrientes, substituindo fertilizantes inorgânicos nos cultivos. (Costa *et al.*, 2012).

O feijão, com uma composição de aproximadamente 23 a 32% de proteína, manteve-se dentro dos limites de teores relatados na literatura nos tratamentos T3 e T4. Conforme destacado por Rekik, *et al.* (2017), os aumentos nos teores de CP e SP estão associados às concentrações de nitrogênio, desempenhando um papel significativo nos estágios iniciais de crescimento das plantas e favorecendo o metabolismo vegetal.

Os resultados obtidos para o feijão indicam uma boa absorção de nutrientes, e dado que essa espécie já possui naturalmente proteína em seus grãos, a irrigação com TRW e RW contribuiu para elevar os níveis de proteína no feijão (Patra *et al.*, 2013). Dessa forma, as águas de reuso (TRW e RW) foram consideradas benéficas ao desenvolvimento das plântulas, promovendo o acúmulo de nutrientes em tecido vegetal (Rekik, *et al.* 2017).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados e nas condições em que o experimento, concluiu-se que o uso do efluente doméstico proveniente da estação de tratamento do Campus do Agreste (EC) representa uma fonte potencialmente importante para fornecer nutrientes, promover o crescimento, aumentar a produtividade e fornecer o desenvolvimento das espécies.

Observaram-se resultados significativos nos parâmetros semente germinada, desenvolvimento de massa seca, percentagem de germinação e massa seca avaliados aos 6 dias após semeadura, nas sementes de feijão com $10 \pm 0,1$ SG; $93 \pm 1,2\%$ PG; $7 \pm 1,2\%$ MS e $3,3 \pm 0,04$ SG.d-1.

Os dados indicam que o tratamento RW favoreceu um desenvolvimento melhor e mais rápido das radículas e plântulas do feijão, atingindo medidas de $(45,2 \pm 2,8$ mm) e $(110,2 \pm 9,8$ mm), respectivamente.

O tratamento RW também resultou em aumentos nos teores de clorofilas a, b, total e carotenoides, sugerindo que as plantas absorveram nutrientes suficientes, quando comparado aos tratamentos (DW, W e TRW). Além disso, a proteína solúvel (SP) destacou o tratamento RW como satisfatório para a irrigação das três espécies estudadas. Quanto aos os teores de proteína bruta (CP), os tratamentos com água de reuso (TRW e RW) apresentaram valores mais elevados para o feijão-vagem (*Phaseolus Vulgaris* L.): TRW ($26,0 \pm 0,9$ %) e RW ($28,4 \pm 0,9$ %).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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. Irriga, Botucatu, Edição Especial, p.69 - 82, 2012.
2. BAGHANI, S., PIRI, I., TAVASSOLI, A., NAGHAVI, M. R., & RASTEGARIPOUR, F. Irrigation with municipal wastewater as a suitable solution for safflower cultivation in arid regions. *Journal of Aridland Agriculture*, 7, 109–116, 2021. <https://doi.org/10.25081/jaa.2021.v7.7245>
3. BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. Análises químicas e bioquímicas em plantas - Recife: UFRPE, Editora Universitária da UFRPE, 261p, 2011.
4. CARVALHO, M.A.R. Normais Pluviométricas e Probabilidade de Safra Agrícola de Sequeiro no Ceará. 1.ed. Tipoprogresso, p.224, 2013.



5. CETIN, M.; ALJAMA, A. M. O.; ALRABITI, O. B. M.; ADIGUZEL, F.; SEVIK, H.; ZEREN CETIN, I. Uso da análise do solo superficial para determinar e mapear mudanças na poluição por Ni Co. Poluição da Água, do Ar e do Solo, pp.233 -293, 2022.
6. COSTA, N. R.; ANDREOTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.
7. DANTAS, D.C.; SILVA, Ê. F.F.; DANTAS, M. S. M.; DA SILVA, G. F.; DOS SANTOS, A. N.; ROLIM, M. M. Cultivo de girassol irrigado com esgoto doméstico tratado em Neossolo Quartzarênico. Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária), v. 13, n. 2, p. 5520, 2018.
8. DANTAS, I. L. de A.; FACCIOLI, G. G.; MENDONÇA, L. C.; NUNES, T. P.; VIEGAS, P. R. A.; SANTANA, L. O. G de. Viabilidade do uso de água residuárias tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativa* L.). Revista Ambiente & Água, v. 9, n. 1, jan./mar. 2014.
9. DORIA, B. R. S.; TAVARES, L. O. G. de S.; RAMOS, F. S. de M.; SOUZA, J. A.; SANTOS, D. M.; FACCIOLI, G. G. Determinação da demanda hídrica das culturas cenoura e beterraba, irrigadas com água residuárias em condições de casa de vegetação em São Cristóvão-SE In: XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. São Cristóvão-SE. Anais; 2015.
10. FREIRE FILHO, F. R. Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 84p, 2011.
11. KUMAR, K.; DEVI, M. U.; REDDY, M. D.; MANI, A.; MAHALAXMI, D. V.; BHAVANI, O. Assessment of Crop Water Productivity in an Intensively Cultivated Watershed of Peninsular India. Indian Journal of Agricultural Research, v. 57, n. 4, 2023.
12. LICHTENTHALER, H.; BUSCHMANN, C. Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 2001.
13. MAGELA, M. L. M.; MIRANDA, M. C. C.; CAMARGO, R.; LANA, R. M. Q. Fontes de resíduos orgânicos na composição de fertilizantes organominerais para adubação da cultura do milho. XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2016.
14. MORADI, S.; H. HEIDARI, M.; SAEIDI, I.; NOSRATTI. *Effect of sewage-contaminated water on seed production, heavy metals accumulation and seedling emergence in oat*. Global Nest J. v.18 p.329-338, 2016.
15. MORI, Y.; YOKOTA, S.; ONO. Germination of vegetable seeds exposed to very high pressure. Journal of Physics: Conference Series, 377, 012055 (IOP Publishing), 2012.
16. NAVARRO, I., CHAVEZ, A., BARRIOS, J.A., MAYA, C., BECERRIL, E., LUCARIO, S., JIMENEZ, B., 2015. Wastewater Reuse for irrigation— Practices, safe reuse and perspectives. In: Muhammad, Salik Javaid (Ed.), Irrigation and Drainage – Sustainable Strategies and Systems. InTech.
17. PATRA, A.K. Urea/Ammonia Metabolism in the Rumen and Toxicity in Ruminants. India: Springer, p.329- 341, 2013.
18. PUNYIA, A.K.; SIEGH, R.; KAMICA, D.M. *Rumen Microbiology: from evolution to revolution*. Springer, p.329- 341, 2013.
19. RAFIQUE, M.; ORTAS, I.; RIZWAN, M.; CHAUDHARY, H. J.; GURMANI, A. R.; MUNIS, M. F. H. Residual effects of biochar and phosphorus on growth and nutrient accumulation by maize (*Zea mays* L.) amended with microbes in texturally different soils. Chemosphere, v. 238, 2020.
20. REKIK, I.; CHAABANE, Z.; MISSAOUI, A.; BOUKET, A. C.; LUPTAKOVA, L.; ELLEUCH, A.; BELBAHRI, L. Effects of untreated and treated wastewater at the morphological, physiological and biochemical levels on seed germination and development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), alfalfa (*Medicago sativa* L.) and fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). Journal of hazardous materials, v. 326, p. 165-176, 2017.
21. RUSAN, A.A.; ALBALASMEH, S.; ZURAIQI, M.; BASHABSHEH, Evaluation of phytotoxicity effect of olive-mill wastewater treated by different technologies on seed germination of barley (*Hordeum vulgare* L.), Environ. Sci. Pollut. p. 9127–9135, 2015.
22. SCHAEER-BARBOSA, M.; SANTOS, M. E. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reuso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. Ambiente & Sociedade, São Paulo v. XVII, n. 2, p. 17-32, abr.-jun. 2014.
23. YAZDANBAKHSH, A.; ALAVI, S. N.; VALADABADI, S. A.; KARIMI, F.; KARIMI, Z. Heavy metals uptake of salty soils by ornamental sunflower, using cow manure and biosolids: A case study in Alborz city, Iran. Air, Soil and Water Research, v. 13, p. 1178622119898460, 2020.



24. YERLI, C.; SENOL, NERGIZ D.; YAGANOGLU, E. The changes in yield, quality, and soil properties of turfgrass grown by applying varying levels of hazelnut husk compost and irrigating with wastewater in soils with different textures, and their effects on carbon dioxide emissions from the soil. *Water, Air, & Soil Pollution*, v. 234, n. 5, p. 311, 2023.