



II- 221- EFEITO DE ÁGUAS DE REÚSO NO DESENVOLVIMENTO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO: UMA ABORDAGEM PARA SUSTENTABILIDADE AGRÍCOLOCA

Rafaela Dantas de Lucena Rocha⁽¹⁾

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

Ana Paula Alves Feitosa de Amorim⁽²⁾

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.

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: rafaela.dantaslucena@ufpe.br

RESUMO

A água tornou-se um fator crucial e até mesmo limitante para os desenvolvimentos industrial e agrícola na região Nordeste. Contudo, o problema não se restringe apenas à escassez de água, pois a poluição também pode restringir os múltiplos usos da água. O uso de águas residuais tratadas na irrigação tem se mostrado uma alternativa sustentável, capaz de atender à crescente demanda hídrica e reduzir a poluição ambiental. No entanto, alguns pesquisadores têm manifestado preocupação quanto à segurança alimentar, devido aos riscos de contaminação por substâncias tóxicas e patógenos. Este estudo avaliou os efeitos do efluente têxtil e sanitário tratados nas características de sementes e mudas de milho, fornecendo informações técnicas e científicas sobre o reúso agrícola de águas residuais. O experimento foi realizado em uma 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). O uso do efluente doméstico proveniente da estação de tratamento do Campus do Agreste (EC) foi benéfico. Os dados indicam que o tratamento RW, favoreceu um desenvolvimento mais rápido das radículas e plântulas de milho ($127,0 \pm 5,0$ mm), e ($105,0 \pm 8,6$) respectivamente. O tratamento RW também resultou em aumentos nos teores de clorofilas a, b, total e carotenoides, indicando uma absorção adequada de nutrientes pelas plantas em comparação com os tratamentos (DW, W e TRW).

PALAVRAS-CHAVE: agricultura, toxicidade, nutrientes, esgoto tratado, semiárido.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL

INTRODUÇÃO

A escassez hídrica é um problema que atinge várias regiões do mundo há décadas e como forma de amenizar essa problemática, águas residuais vêm sendo utilizadas como uma alternativa eficiente para o gerenciamento do consumo consciente da água (FAO, 2010). O Nordeste brasileiro se enquadra neste contexto por ser frequentemente atingida por longos episódios de seca, muitas vezes devido à má distribuição das chuvas em um período muito curto (Carvalho, 2013). Dessa forma, a água se tornou um fator importante e até mesmo limitante para os desenvolvimentos industrial e agrícola dessa região. No entanto, a problemática não se concentra apenas na escassez da água, isto porque, o fator poluição também pode limitar os usos múltiplos da água.

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). Porém, alguns pesquisadores têm mostrado preocupação quanto à segurança alimentar, devido aos riscos de contaminação por substâncias tóxicas e patógenos. Apesar desta preocupação, estudos e técnicas vêm sendo aplicados com o intuito de extinguir esses problemas (Rosset *et al.*, 2014).

Efluentes domésticos tratados, quando utilizados na agricultura de maneira controlada, trazem benefícios econômicos, sociais e ambientais, uma vez que, é uma alternativa eficaz para a agricultura, por fornecer água, nutrientes e matéria orgânica que beneficiam o sistema solo-planta (Schaer-Barbosa *et al.*, 2014), ao melhorar as características físicas e a fertilidade dos solos, além de favorecer o desenvolvimento e produtividade das plantas. (Baghani *et al.*, 2021; Yerli *et al.*, 2023).

Nesta perspectiva, vários estudos têm mostrado resultados positivos quanto a aplicação de efluentes tratados ao solo (Magela *et al.*, 2016; Resende Junior *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).

Os teores de nutrientes, contidos nos efluentes, são grandes responsáveis pelo processo de eutrofização, o qual pode causar danos aos corpos receptores, como por exemplo, a depleção do oxigênio dissolvido, a perda da biodiversidade e a proliferação de algas (Oliveira *et al.*, 2022). O reúso de efluentes domésticos tratados na agricultura representa não só uma estratégia de reaproveitamento da água e dos nutrientes, mas também uma alternativa para minimizar o processo de eutrofização nos corpos hídricos.

O milho (*Zea Mays*) se destaca na economia do semiárido brasileiro por ser uma fonte de renda para a agricultura familiar e assumir um papel importante na alimentação humana e animal. Ademais, o milho é uma espécie que se adapta facilmente às condições edafoclimáticas das regiões brasileiras, podendo ser cultivado em todo o território nacional. O uso de efluente tratado no cultivo do milho pode trazer benefícios como aumento da biomassa, de nutrientes, da atividade do nitrato redutase e do teor de clorofila. (Khawlaa *et al.*, 2019).

O objetivo deste estudo foi analisar os impactos de dois tipos de efluentes oriundo do setor têxtil e sanitário, nas características morfológicas e bioquímicas de sementes e mudas de milho. Essa pesquisa busca fornecer informações técnicas e científicas relevantes para o reúso agrícola de águas provenientes de tratamento de efluentes.

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 milho, a fim de gerar insumos técnicos e científicos sobre o reúso 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.).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 3 repetições, totalizando 12 unidades experimentais (bandejas de cultivo). As sementes foram distribuídas em bandejas com 180 mm de diâmetro interno e 85 mm de profundidade. Cada bandeja foi semeada com 10 sementes, totalizando de 120 sementes.

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 1.

Tabela 1: Composição de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos das águas de irrigação.

Parâmetro	Unidade	ÁGUA	Efluente sanitário	Efluente Têxtil	Limites (Resoluções)
pH	–	7,3 ± 0,8	9 ± 0,7	4 ± 0,4	6 - 8,5 (COEMA nº2/2017)
CE	µS cm ⁻¹	180,2 ± 52,2	600 ± 42	500 ± 34	≤ 3000 (COEMA nº2/2017)
Salinidade	‰	0,1 ± 0,02	0,9 ± 0,3	0,7 ± 0,2	0,5 - 30 (CONAMA nº430/2011)
Turbidez	NTU	0,1	8,3	10,1	
DQO	mg O ₂ L ⁻¹	24 ± 15,4	81 ± 31,3	128,4 ± 35,7	120 (CPRH 2002 e CPRH 2007)
NTK	mg N-NTK L ⁻¹	0,7 ± 0,6	24,1 ± 12,6	1,8 ± 0,8	
Fósforo	mg P-PO ₄ ³⁻ L ⁻¹	0	8 ± 0,3	4 ± 0,5	
SSF	mg SS totais L ⁻¹	28,3 ± 45,1	61,5 ± 49,8	129 ± 50,1	50 (Portaria SEMACE nº 154/2002)
CT	NMP 100 m L ⁻¹	0	2400 ± 45	240 ± 12	–
CF	NMP 100 m L ⁻¹	0	2200 ± 34	230 ± 42	≤ 104 (CONSEMA nº419/2020)
Ovos de helmintos	Nº de ovos L ⁻¹	0	0	0	1 (COEMA nº2/2017)

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 nº 2002 e nº 2007).

TRATAMENTO DE SEMENTES



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, 2009), 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. 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.

ANÁLISE 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

O número de sementes de milho germinadas (GS) registrados nos tratamentos em T3 (TRW) (10 ± 0.3 GS) e T4 (RW) (10 ± 0.3 GS) foram significativamente diferentes daqueles encontrados em T2 (W) (8 ± 0.3 GS). O mesmo ocorreu para o potencial de germinação (PG), em que os resultados encontrados em T3 e T4 ($100 \pm 2.6\%$) foram diferentes estatisticamente de T2 ($82 \pm 2.6\%$) (Figura 1).

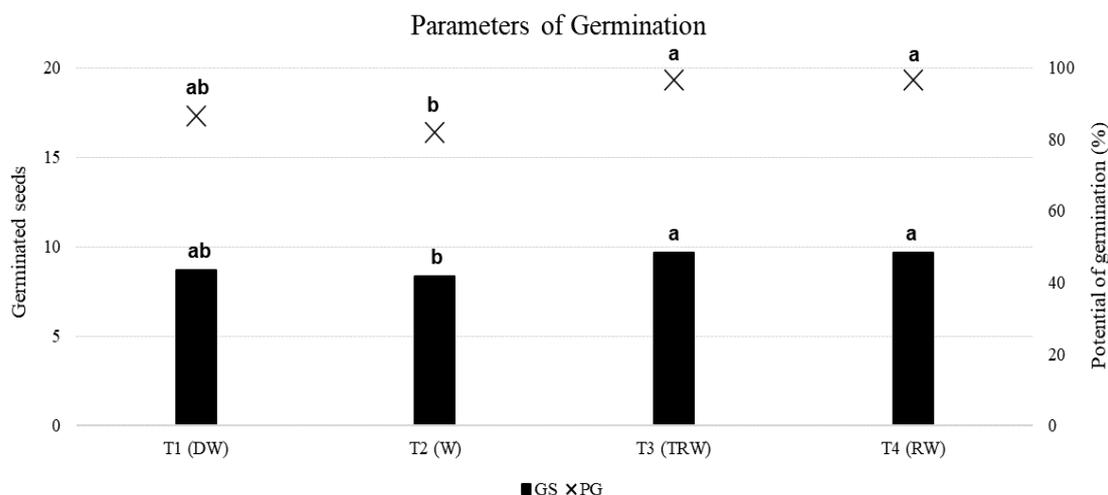


Figure 1. Parameters of germination, at six days after planting. Values followed by the same letter do not differ by Tukey's test, $\rho < 0.05$.

Ao analisar estatisticamente os comprimentos das radículas, as diferenças significativas ocorreram a partir do segundo DAS (Figura 2). As radículas das sementes submetidas à irrigação com RW apresentaram os maiores comprimentos médios (17 ± 2.0 mm, a 2 DAS; 46 ± 4.0 mm, a 3 DAS; 82 ± 4.0 mm, a 4 DAS; 123 ± 6.0 mm,

a 5 DAS; 127 ± 5.0 mm, a 6 DAS). Esses resultados foram significativamente diferentes daqueles obtidos nos tratamentos T1 (8.0 ± 2.0 mm), a 2 DAS; T1 (25 ± 4.0 mm) e T2 (24 ± 4.0 mm), a 3 DAS; T1 (61.0 ± 4.0 mm) e T2 (61.0 ± 4.0 mm), a 4 DAS; T1 (96.0 ± 6.0 mm) e T2 (93.0 ± 6.0 mm), a 5 DAS; T1 (97.0 ± 5.0 mm) e T2 (96.0 ± 5.0 mm), a 6 DAS (Figura 2).

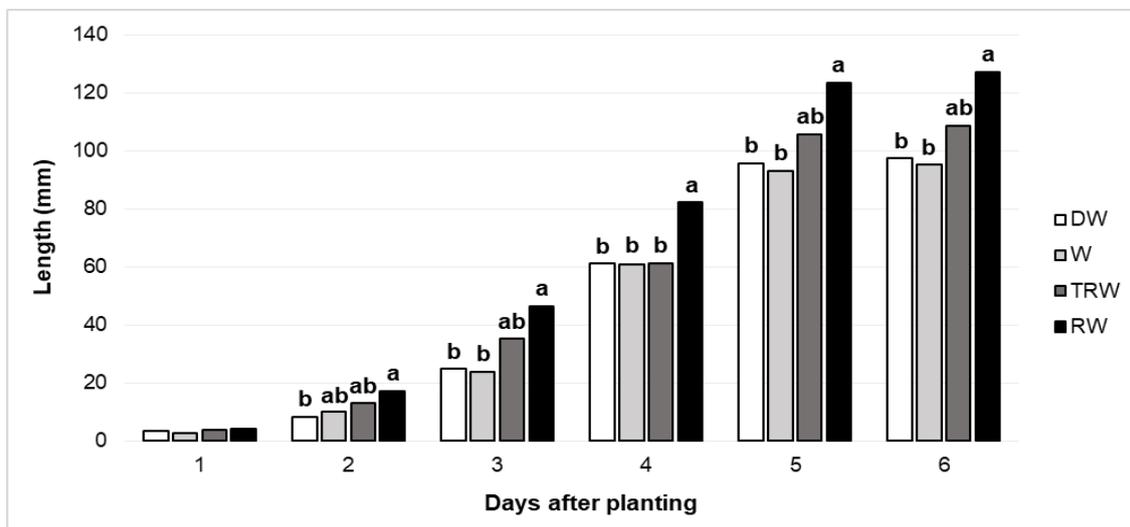


Figure 2. Length of fine roots at 6-days after planting. Values followed by the same letter on the same line do not differ by Tukey's test, $\rho < 0.05$.

A respeito da altura das plântulas, só houve diferenças significativas a partir do terceiro DAS. As plântulas submetidas ao tratamento T4 apresentaram as maiores alturas aos 6 DAS (105.0 ± 7.0 mm). Houve diferenças significativas entre T4 (21.0 ± 1.0 mm) e: T1 (14.0 ± 1.0 mm), aos 3 DAS, T1 (31.0 ± 6.0 mm), T2 (32.0 ± 6.0 mm) e T3 (32.0 ± 6.0 mm), aos 4 DAS, T1 (60.0 ± 6.0 mm), aos 5 DAS, e T1 (62.0 ± 9.0 mm), aos 6 DAS (Figura 3).

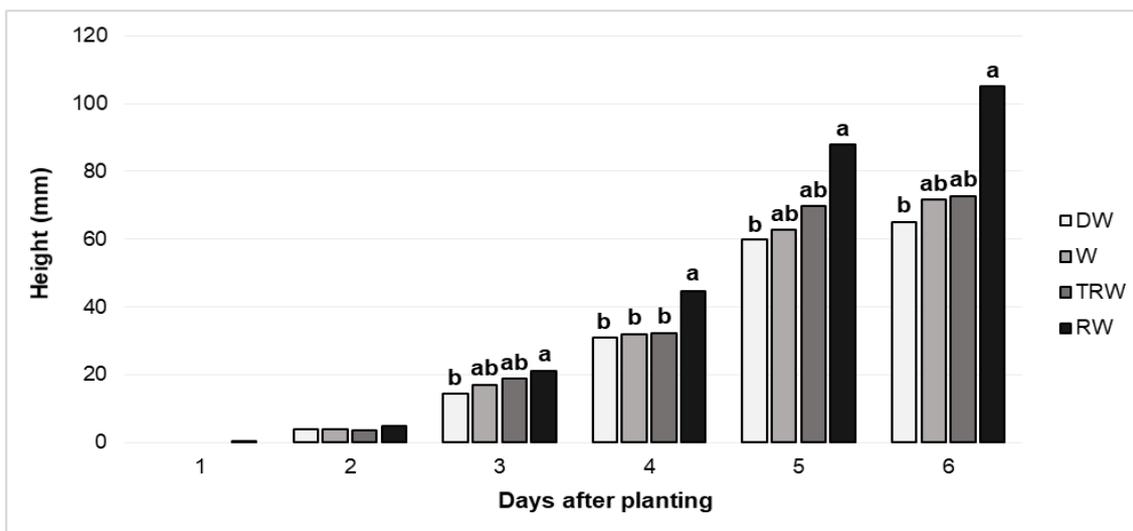


Figure 3. Height of seedlings at six days after planting. Values followed by the same letter on the same line do not differ by Tukey's test, $\rho < 0.05$.

PARÂMETROS BIOQUÍMICOS



Os teores de proteína bruta (CP) das sementes de milho foram maiores nos tratamentos T3 (-) e T4 (-), e esses resultados foram diferentes entre si e entre os tratamentos T1 (-) e T2 (-). O maior teor de proteína solúvel (SP) no milho foi verificado em T4 e esse resultado foi estatisticamente diferente dos tratamentos (T1, T2 e T3) (Figure 4).

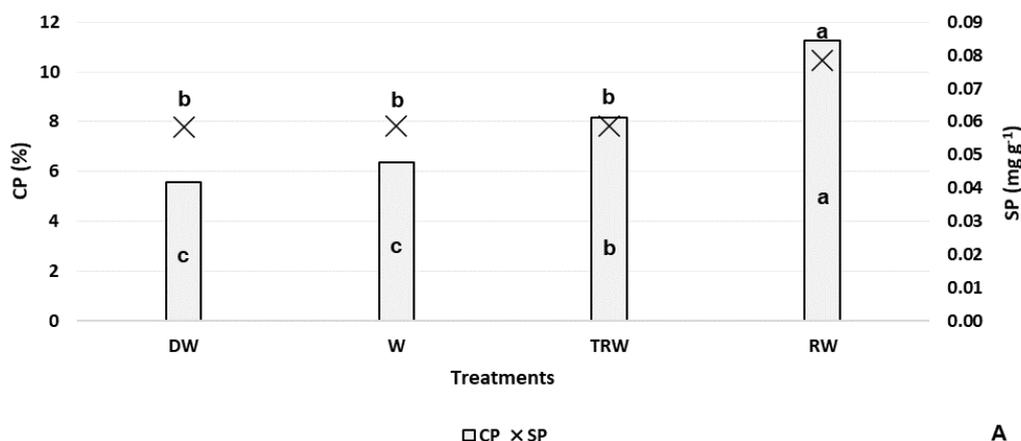


Figure 4. Crude and soluble protein. Values followed by the same letter on the same line do not differ by Tukey's test, $p < 0.05$.

O tratamento T4 (RW) favoreceu os teores de clorofila e carotenoides no milho. As concentrações de C-a em T4 ($16.5 \pm 2.1 \mu\text{g kg}^{-1}$) e T1 (DW) ($6.5 \pm 2.1 \mu\text{g kg}^{-1}$) foram significativamente diferentes; assim como a concentração de C-b em T4 ($13.9 \pm 2.3 \mu\text{g kg}^{-1}$) foi estatisticamente diferente daquelas encontradas em T1 ($1.5 \pm 2.3 \mu\text{g kg}^{-1}$) e T2 (W) ($3.3 \pm 2.3 \mu\text{g kg}^{-1}$). Com relação a C-total, o valor encontrado em T4 ($30.3 \pm 3.1 \mu\text{g kg}^{-1}$) foi significativamente diferente daqueles observados nos demais tratamentos estudados ($8.0 \pm 3.1 \mu\text{g kg}^{-1}$, em T1, $11.3 \pm 3.1 \mu\text{g kg}^{-1}$, em T2 e $15.1 \pm 3.1 \mu\text{g kg}^{-1}$, em T3). A concentração de carotenoides em T4 ($6.8 \pm 1.1 \mu\text{g kg}^{-1}$) foi estatisticamente diferente das concentrações encontradas em T1 ($1.1 \pm 1.1 \mu\text{g kg}^{-1}$) e T2 ($1.2 \pm 1.1 \mu\text{g kg}^{-1}$) (Figura 5).

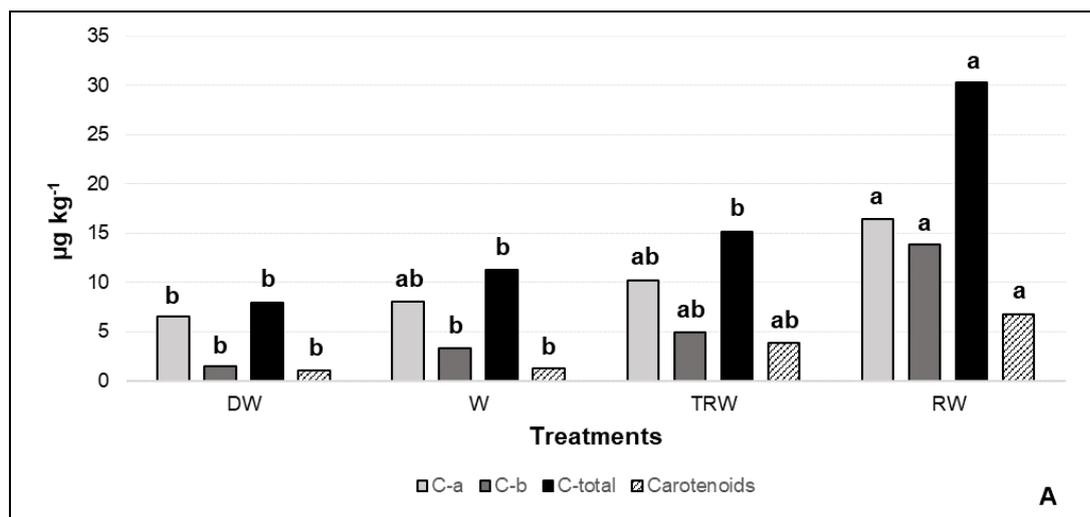


Figure 5. Chlorophyll and carotenoid contents. (A) Corn, (B) Sunflower and (C) Bean. Values followed by the same letter on the same line do not differ by Tukey's test, $p < 0.05$.



DICUSSÕES

Sementes irrigadas com efluente sanitário absorvem micronutrientes, promovendo nutrição e favorecendo o desenvolvimento vegetal. Guevara *et al.* (2019) alcançou bons resultados ao utilizar água de reúso doméstica no processo germinativo de alface e pepino, evidenciando impactos positivos no índice germinação e no comprimento das raízes. Em outro estudo, Ferreira Junior (2023), investigou os efeitos fitotóxicos do efluente doméstico tratado na alface, constatando um aumento na germinação relativa (entre 90 e 130%) das sementes com o aumento na concentração do efluente doméstico tratado.

Ao usar efluente doméstico tratado na irrigação de milho, Khawla *et al.* (2019), observaram aumento na biomassa, nutrientes, atividade de nitrato redutase (NRA), clorofila, diâmetro máximo e área foliar das plantas. Apesar do aumento da salinidade no solo, houve melhorias nos parâmetros de crescimento, atribuída ao incremento de nutrientes essenciais (micro e macronutrientes como N, P, K, Ca, Zn, Fe e Mg) e matéria orgânica no solo (Seleiman *et al.*, 2021; Khaskoussy *et al.*, 2022).

Molahoseini (2014), Costa *et al.* (2014) e Malafaia *et al.* (2016), destaca que o efluente doméstico como fonte de água e nutrientes importantes para o desenvolvimento vegetal, especialmente para o milho, favorecendo o crescimento das radículas, corroborando com os resultados deste experimento. Abreu *et al.*, (2019), encontrou uma correlação significativa entre o índice de clorofila total e o teor de Nitrogênio foliar em plantas de milho irrigadas com efluente tratado, com valores sem diferença significativa em comparação com a irrigação com NPK.

Fernandes (2010), ao estudar as alterações nos teores de CP de duas variedades de milho irrigadas com água residual doméstica, verificou que os teores de CP para o milho híbrido foi 11,9 %, o qual foi muito próximo ao teor de CP encontrado em T4 (11,3 ± 0,2%). Ademais, o teor de CP registrado em T4 se encontra dentro da faixa de valores informada na literatura científica, cujos relatos informam que o milho é uma espécie que possui cerca de 11 a 19% de proteína bruta nas sementes (Pinho *et al.*, 2013; Frota *et al.*, 2015).

A SP está relacionada com o vigor das plântulas, o metabolismo vegetal, a formação de sementes e de novos tecidos em pontos de crescimento do eixo embrionário (durante a germinação), reações químicas e regulação de fatores fisiológicos (Marcos-Filho, 2015). As águas de reúso utilizadas nos tratamentos T3 e T4 proporcionaram um aumento nas concentrações de clorofilas e carotenoides, indicando um maior potencial e aproveitamento dos nutrientes disponíveis, o que resulta em maiores taxas de produtividade, de vigor das plantas e permite aumentar a atividade fotossintética nas folhas e gerir o período de desenvolvimento da cultura em melhores condições (Yerli, 2023).

Segundo Hassenna *et al.* (2018), a utilização de efluentes tratados na irrigação aumentou as concentrações de clorofilas na oliveira (*Olea europaea L. cv. Chetoui*), melhorando significativamente a atividade fotossintética, os açúcares solúveis e, portanto, o crescimento das plantas. Gaspar *et al.* (2020) observaram que o efluente tratado proporcionou maiores crescimento e desenvolvimento de mudas de citronela (*Cymbopogon Winterianus*), obtendo plantas mais nutridas e com uma coloração verde mais escura, e com isso, produziram mais clorofilas e carotenoides, uma vez que o processo fotossintético é responsável pelos compostos propulsores da tonalidade das sementes e folhas, e esse aumento resultou em um maior e mais rápido crescimento das plântulas, durante o processo de germinação

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) foi benéfico. Os dados indicam que o tratamento RW, favoreceu um desenvolvimento mais rápido das radículas e plântulas de milho (127,0 ± 5,0 mm), e (105,0 ± 8,6) respectivamente.

O tratamento RW também resultou em aumentos nos teores de clorofilas a, b, total e carotenoides, indicando uma absorção adequada de nutrientes pelas plantas em comparação com os tratamentos (DW, W e TRW). A proteína solúvel (SP) destacou o tratamento RW como satisfatório para a irrigação espécies estudadas. Quanto



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



aos teores de proteína bruta (CP), os tratamentos com água de reuso (TRW e RW) obtiveram maiores valores nas sementes de milho (BRS var. GORUTUBA): TRW ($8,1 \pm 0,2\%$) e RW ($11,3 \pm 0,2\%$).

Análises físico-químicas foram realizadas nos tratamentos DW, W, TRW e RW, garantindo a ausência de toxicidade. Para a agricultura, o efluente doméstico foi considerado a melhor irrigação, proporcionando uma alternativa ambientalmente viável com parâmetros satisfatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. doi: 10.25081/jaa.2021.v7.7245
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. Análises químicas e bioquímicas em plantas - Recife: UFRPE, Editora Universitária da UFRPE, 261p, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise Sanitária de Sementes. Brasília: SDA/CGAL, 2009b. 202p.
- CARVALHO, M.A.R. Normais Pluviométricas e Probabilidade de Safra Agrícola de Sequeiro no Ceará. 1.ed. Tipoprogresso, p.224, 2013.
- COSTA, Z. V. B. da; GURGEL, M. T.; COSTA, L. R.; ALVES, S. M. C.; NETO, M. F.; BATISTA, R. O. Efeito da aplicação de esgoto doméstico primário na produção de milho no assentamento Milagres (Apodi-RN). *Revista Ambiente e Água*, v. 9, n. 4, p. 738–751, 2014.
- 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.
- 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.
- FERNANDES, G. M.; PADILHA, M. T. S.; MACEDO, W. R. Características nutricionais de variedades de milho crioulo. In: I ENCONTRO CIENTÍFICO DE PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL, 2010, São Paulo. Anais... ISSN 1981-4100 (On-line): Instituto de Zootecnia, 2010.
- FERREIRA JUNIOR, V.; Análise do potencial fitotóxico de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico: um estudo preliminar. Trabalho de conclusão de curso. 2023.
- FROTA, B. C. B.; PIRES, D. A. A.; AGUILAR, P. B.; RODRIGUES, J. A. S.; ROCHA JUNIOR, V. R.; REIS, S. T. Características nutricionais de genótipos de milho no período da safra. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 14, n.2, p.106- 111, 2015.
- GASPAR, G.V.; BEZERRA, F.M.L.; MOTA, F.S.B. Desenvolvimento de citronela (*Cymbopogon Winterianus*) irrigada com esgoto doméstico tratado e com água de abastecimento. *RBCIAMB* | v.55 | n.1 | mar 2020 | 145-157 - ISSN 2176-9478.
- GUEVARA, M. D. F.; MELO, A. G.; CORRÊA, E. K.; GUEDES, H. A. S.; CORRÊA, L. B.; Nazari, M.T. Fitotoxicidade em águas residuárias domésticas utilizando sementes como Bioindicadores. *Revista DAE*, núm. 216, vol. 67, abril a junho de 2019.
- Hassena, A. B.; Zouari, A.; Trabelsi L.; KhaboU W.; Zouari, W. Physiological improvements of young olive tree (*Olea europaea* L. cv. Chetoui) under short term irrigation with treated wastewater. *Agricultural Water Management* 207, 53–58, 2018.
- KHASKOUSSY, K.; KAHLAOU, B.; MISLE, E.; HACHICHA, M.; Impact of Irrigation with Treated Wastewater on the Physical-Chemical Properties of Two Types of Soil and Corn Plant (*Zea mays*). *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 22:1377-1393. 2022.
- Khawla, K.; Besma, K.; Enrique, M. Mohamed, H. Accumulation of trace elements by corn (*Zea mays*) under irrigation with treated wastewater using different irrigation methods. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 170 (2019) 530–537
- 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.



17. LICHTENTHALER, H.; BUSCHMANN, C. Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy
18. MALAFAIA, G.; ARAÚJO, F. G. de; LEANDRO, W. M.; RODRIGUES, A. S. de L. Teor de nutrientes em folhas de milho fertilizado com vermicomposto de lodo de curtume e irrigado com água residuária doméstica. *Revista Ambiente e Água*, v. 11, n. 4, p. 800–809, 2016a.
19. MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015.
20. MOLAHOSEINI H (2014) Long-term effects of municipal wastewater irrigation on some properties of a semiarid region soil of Iran. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 03:444-449.
21. MORI, Y.; YOKOTA, S.; ONO. Germination of vegetable seeds exposed to very high pressure. *Journal of Physics: Conference Series*, 377, 012055 (IOP Publishing), 2012.
22. 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.
23. OLIVEIRA, F. S.; MAIA, V. M.; SANTOS, M. P.; PEGORARO, R. F.; SANTOS, S. R.; KONDO, M. K. Yield and quality of pineapple fertigated with treated wastewater. *The International Journal of Tropical e subtropical Horticulture*. v.77, p. 1-10, 2022.
24. PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; RODRIGUES, J. A. S.; MACEDO, C. H. O.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. F.; BEZERRA, H. F. C.; PERAZZO, A. F. Avaliação de genótipos de milho para silagem no semiárido. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, n.3, p.426-436, 2013.
25. RESENDE JUNIOR, J. C.; CAMARGO, R.; LANA, R. M. Q.; ALVES FILHO, A.; MATOS, A. L. A. The effects of sewage sludge, mineral and organic fertilizers on initial growth of *Urochloa brizantha* cv Marandu (Hochst. ex A. Rich) R.D Webster. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, 2016.
26. ROSSET, J S.; COELHO, G F.; GREGO, M.; STREY, L.; JÚNIOR, A. C. G.: Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas. *Scientia Agraria Paranaensis – SAP*. Mal. Cdo. Rondon, v.13, n.2, abr./jun., p.80-94, 2014.
27. 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.), *Environmental Science Pollution. Res.* 22 (2015) 9127–9135.
28. SELEIMAN, M.F.; AL-SUHAIBANI, N.; EL-HENDAWY, S.; ABDELLA, K.; ALOTAIBI, M.; ALDERFASI, A. Impacts of Long- and Short-Term of Irrigation with Treated Wastewater and Synthetic Fertilizers on the Growth, Biomass, Heavy Metal Content, and Energy Traits of Three Potential Bioenergy Crops in Arid Regions. *Energies* 2021, 14, 3037.
29. 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.
30. YAZDANBAKSH, 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.
31. 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.