



## Água residuária como fonte de recurso hídrico e nutrientes no cultivo de girassol ornamental

### *Wastewater as a source of water and nutrients in the cultivation of ornamental sunflower*

Alide Mitsue Watanabe Cova<sup>1</sup>, Andressa Leite Santos<sup>1</sup>, Marcela Ganda Souza<sup>1</sup>, Lucas Lesqueves da Silva<sup>1</sup>, André Dias de Azevedo Neto<sup>1</sup>, Hans Raj Gheyi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil

Contato: [alidewatanabe95@gmail.com](mailto:alidewatanabe95@gmail.com)

#### Palavras-Chave

reuso  
consumo hídrico  
*Helianthus annuus*

#### RESUMO

O aproveitamento de água tratada de estações de saneamento básico torna-se atrativo para suprir parte da demanda de recurso hídrico, como também de fertilizantes nas áreas agrícolas. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial do uso de efluente de esgoto doméstico tratado no crescimento, produção e eficiência do uso da água no cultivo girassol ornamental. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, testando seis águas de irrigação: água de abastecimento (AA), água residuária (AR), solução nutritiva (SN) preparada com AA (AA + 100% SN) e três diferentes concentrações da SN preparada com AR (AR + 25% SN, AR + 50% SN e AR + 75% SN). Foram analisadas as variáveis de crescimento, produção, evapotranspiração, eficiência do uso da água de girassol (EUA) e, no solo, o pH e a condutividade elétrica (CE). A água residuária proporcionou melhores resultados de crescimento, qualidade de flor e EUA em relação à água de abastecimento, no entanto, diferenças foram mais acentuadas com adição de SN. A água residuária aumentou o pH e a CE do solo. Considerando o custo dos fertilizantes e a produção da cultura, a irrigação com solução nutritiva a 50% preparada com água residuária é o tratamento mais indicado para o cultivo do girassol 'Anão de Jardim'.

#### Key-word

reuse  
water consumption  
*Helianthus annuus*

#### ABSTRACT

The use of treated water of basic sanitation stations becomes attractive to supply part of the demand for water resources, as well as fertilizers. In this context, the objective of the present study was to assess the potential of the use of treated domestic sewage effluents in the growth, production and water use efficiency of ornamental sunflower. The experiment was conducted in randomized blocks, testing six types of water used in irrigation: supply water (SW), wastewater (WW), nutrient solution (NS) prepared using SW (SW + 100% NS) and three different concentrations of NS prepared with WW (WW + 25% NS, WW + 50% NS and WW + 75% NS). The variables of growth, production, evapotranspiration, water use efficiency (WUE) and in soil pH and electrical conductivity (EC) were analyzed. The wastewater provided better results of growth, flower quality and WUE in relation to the supply water, however, they were more accentuated with the addition of NS. Wastewater increased soil pH and EC. Considering the cost of fertilizers and crop production, irrigation with a 50% nutrient solution prepared with wastewater is the most suitable treatment for the cultivation of 'Anão de Jardim' sunflower.

#### Informações do artigo

Recebido: 30 de julho, 2021  
Aceito: 01 de setembro, 2021  
Publicado: 22 de dezembro, 2021

## Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura anual originária da América do Norte (ZOBIOLE et al., 2010). Presume-se que o girassol pode ter todas as suas partes vegetais aproveitadas, com funções diversas. O seu cultivo tem despertado interesse em todo o mundo devido à sua reconhecida importância socioeconômica, especialmente pelo uso como planta fitoremediadora, melífera, produtora de óleo para alimentação humana, biocombustíveis e com fins ornamentais (ALSANIUS et al., 2017; EBRAHIMIAN et al., 2018; KHONGKARAT et al., 2020; CHAUHAN et al., 2020).

O cultivo de girassol ornamental constitui uma alternativa para o setor da floricultura, por se tratar de uma cultura sem grandes dificuldades de manejo, aliado ao surgimento de novas cultivares mais atrativas e aumento de mercado brasileiro (NASCIMENTO et al., 2019). A cultura tem ampla adaptabilidade climática e alta tolerância à seca, ao frio e ao calor, tornando-se pouco influenciada pela latitude, altitude e pelo fotoperíodo (ZOBIOLE et al., 2010). No entanto, o girassol ornamental 'Anão de Jardim' necessita de disponibilidade de água de 110% da evaporação do tanque classe A para o desenvolvimento satisfatório da cultura sob condições de casa de vegetação (OLIVEIRA et al., 2017).

Nos dias atuais, a disponibilidade de água de boa qualidade para a agricultura constitui um problema mundial. Portanto, as águas de qualidade inferior tornam-se uma fonte atrativa de recursos hídricos para a irrigação.

Entre elas, a água residuária doméstica tratada vem sendo utilizada na irrigação das culturas como estratégia eficaz no convívio com a escassez de recursos hídricos, principalmente nas regiões áridas e semiáridas (AZEVEDO et al., 2013). Além disso, o reaproveitamento dessas águas pode reduzir o consumo de água de boa qualidade e a aplicação de nutrientes minerais no solo, contribuindo para uma agricultura irrigada sustentável (MEDEIROS et al., 2020).

A utilização das águas residuárias permite a reciclagem tanto de água como de nutrientes em um intercâmbio entre as regiões produtoras e consumidoras de produtos agrícolas. Assim, sua utilização proporciona aos sistemas de produção dessas regiões disponibilidade de água para expansão dos cultivos.

O reuso de águas para a irrigação é uma prática amplamente estudada e recomendada por vários pesquisadores como alternativa viável para suprir as necessidades hídricas e nutricionais das plantas, principalmente em regiões semiáridas (ANDRADE et al., 2014). Em trabalhos onde testou-se a viabilidade da utilização de efluentes domésticos na irrigação da cultura, Andrade et al. (2014) e Freitas et al. (2012) observaram que a água de esgoto tratada não prejudicou a qualidade das flores do girassol. Portanto, a procura por métodos mais eficientes de irrigação e fontes alternativas de recursos hídricos para diminuir a demanda por água de boa qualidade é uma tendência mundial (REBOUÇAS et al., 2010). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do uso de efluentes de esgoto doméstico tratado no crescimento, produção e eficiência do uso da água de girassol ornamental 'Anão de Jardim'.

## Material e Métodos

A cultura do girassol foi conduzida em condições de ambiente protegido, na área experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (NEAS/UFRB), localizado no município de Cruz das Almas – BA (12°40'19" S, 39°06'23" W, 220 m altitude de 220 m. O clima é do tipo tropical quente e úmido (Af) segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), com médias anuais de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar de 1.224 mm, 24,5 °C e 80%, respectivamente.

Os tratamentos foram compostos por seis diferentes águas de irrigação: T1-água de abastecimento (AA), T2-água residuária (AR), três diferentes concentrações de solução nutritiva (SN) preparada com AR (T3-AR+25% SN, T4-AR+50% SN e T5-AR+75% SN) e T6-AA+100% SN. As quantidades (g 1000L<sup>-1</sup>) de sais adicionados para preparar solução nutritiva de Furlani (1997) foram: 750 g de nitrato de cálcio, 500 g de nitrato de potássio, 150 g de fosfato monoamônico, 400 g de sulfato de magnésio, 0,15 g de sulfato de cobre, 0,5 g de sulfato de zinco, 1,5 g de sulfato de manganês, 1,5 g de ácido bórico, 0,15 g de molibdato de sódio e 30 g de ferro (FeEDDHMA 6%).

Os tratamentos foram dispostos em cinco blocos ao acaso, totalizando 30 unidades experimentais. Cada parcela foi constituída de uma planta por vaso. O solo utilizado foi um LATOSSOLO AMARELO Distrocoeso típico, com 760, 60 e 180 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente, coletado na profundidade de 0 - 0,20 m. As características químicas foram: pH = 5,1; P = 13 mg dm<sup>-3</sup>; K = 48 mg dm<sup>-3</sup>; Na = 0,040 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; MO = 1,18 dag kg<sup>-1</sup>; Al = 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; S = 2,77 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 5,77 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V% = 48,01.

A água residuária foi proveniente da unidade de tratamento de esgoto doméstico (EMBASA), localizada no município de Cruz das Almas - BA. Para evitar as variações decorrentes da sazonalidade, foi coletado um volume suficiente para conduzir o experimento até o final.

O efluente de esgoto tratado e a água de abastecimento local apresentaram, respectivamente, pH 7,8 e 6,0 e condutividade elétrica de 0,98 e 0,5 dS m<sup>-1</sup>. O material vegetal estudado foi o girassol 'Anão de Jardim', cujas sementes foram semeadas em copos plásticos de 200 mL (com furos no fundo para drenagem), preenchidos com fibra de coco e irrigadas com água de abastecimento. Quando as mudas apresentavam o segundo par de folhas (15 dias após semeadura), foram transplantadas para vasos preenchidos com 2 kg de brita lavada e 6 kg de solo, separados por tela. Para a drenagem de cada vaso foi instalada uma mangueira de 5/16" x 30 cm na parte inferior, sendo a mesma acoplada a um recipiente plástico para coleta da água drenada. A área do vaso era de 0,091 m<sup>2</sup>.

A cada sete dias foram avaliados a altura da planta (AP) determinada do colo até a inserção da última folha, o número de folhas (NF) pela contagem, o diâmetro do caule (DP) à 0,05 m acima do colo da planta com o auxílio de um paquímetro digital e o número de dias para a abertura total do capítulo.

As colheitas das flores abertas que apresentavam qualidade comercial foram realizadas entre 45 e 50 DAT. Porém, as plantas irrigadas com AA foram colhidas aos 50 DAT, momento em que as flores estavam abertas.

Após a colheita, as inflorescências e a parte aérea das plantas de todos os tratamentos foram separadas para a determinação de: massa fresca das folhas + caule (M FFC), massa fresca do capítulo (M FCap), diâmetro interno do capítulo (DIC), diâmetro externo do capítulo (DEC), número de pétalas e diâmetro da abertura total do capítulo (ATC). Após a secagem dos diferentes órgãos da planta a 65 °C em estufa até massa constante foram mensurados: massa seca das folhas + caule (MSFC), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do capítulo (MSCap).

Foi também determinado o volume evapotranspirado, obtido pela diferença entre o volume de água aplicada e drenada durante o ciclo, considerando 45 DAT para todos os tratamentos, exceto as plantas irrigadas com AA (50 DAT). A eficiência do uso da água (EUA, kg m<sup>-3</sup>) foi determinada pela relação entre a massa seca da parte aérea e o volume evapotranspirado. Ao final do experimento foram determinados o pH e a condutividade elétrica do solo na pasta de saturação, conforme Teixeira et al. (2017).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Mediante o efeito significativo do teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de probabilidade. A análise estatística foi realizada com auxílio do software estatístico SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão as médias dos tratamentos para as variáveis AP, NF e DC de plantas de girassol, em função dos tratamentos em diferentes períodos de avaliação.

Quanto à variável AP, os tratamentos com SN nas diferentes concentrações e AR não diferiram entre todos os períodos avaliados. No entanto, aos 21, 28 e 35 DAT as médias desses tratamentos foram, respectivamente, 61,16, 68,72 e 45,92%, maiores que a das plantas irrigadas com AA. Esse resultado, corrobora com o de Andrade et al. (2015) em pesquisas com morfometria de plantas de girassol ornamental e atributos químicos de um solo irrigado com água residuária e adubado com esterco. Os autores observaram que a aplicação de AR proporcionou incremento significativo na altura das plantas do girassol ornamental 'Sol Noturno' em comparação ao tratamento em que as plantas foram irrigadas com água de abastecimento.

O NF das plantas irrigadas com AA foi inferior ao dos demais tratamentos, apenas nos dias 21 e 28 DAT. Nas três primeiras (1, 7 e 14 DAT), bem como na última avaliação (42 DAT) não houve diferença significativa entre todos os tratamentos quanto ao NF.

Dessa forma, o número de folhas não demonstrou ser uma variável de crescimento eficaz para discriminar as diferenças entre os tratamentos estudados.

Tabela 1. Altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) de plantas de girassol irrigadas com água de abastecimento (AA) ou diferentes concentrações da solução nutritiva (SN) preparada com água residuária (AR)\*

Tratamentos	Dias após transplantio (DAT)						
	1	7	14	21	28	35	42
	Altura de planta (cm)						
AA	7,5a	7,8a	10,3a	13,8b	24,3b	32,1b	44,2a
AR	6,9a	7,7a	11,8a	23,5a	40,4a	49,8a	53,9a
AR+25% SN	8,2a	8,0a	12,6a	23,6a	42,0a	44,4a	45,1a
AR+50% SN	8,0a	8,1a	12,1a	22,4a	42,2a	47,4a	44,9a
AR+75% SN	7,5a	8,2a	12,5a	21,1a	41,4a	47,4a	54,4a
AA+100% SN	8,1a	8,4a	12,5a	20,6a	39,0a	45,2a	47,4a
Média	7,69	8,03	11,97	20,84	38,22	44,38	48,32
	Número de folhas (n)						
AA	6,4a	6,8a	9,2a	11,4c	13,6c	16,0b	16,4a
AR	6,6a	6,6a	9,4a	14,8b	19,2b	19,6b	20,6a
AR+25% SN	7,2a	7,6a	10,2a	17,8a	20,2b	18,6b	17,4a
AR+50% SN	6,8a	7,4a	11,5a	18,8a	22,6a	17,0b	19,0a
AR+75% SN	7,6a	8,4a	10,4a	17,6a	22,6a	22,4a	23,4a
AA+100% SN	7,0a	8,0a	10,8a	16,6a	24,6a	23,0a	19,8a
Média	6,93	7,47	10,25	16,17	20,47	19,43	19,43
	Diâmetro do caule (mm)						
AA	3,6a	4,0a	5,0a	6,7c	7,1b	7,4b	8,1b
AR	3,9a	4,5a	5,3a	7,6c	8,5b	8,7b	9,1b
AR+25% SN	4,1a	4,5a	5,6a	9,0b	11,6a	11,8a	12,1a
AR+50% SN	4,1a	4,4a	7,1a	10,4a	12,6a	12,8a	13,3a
AR+75% SN	4,1a	4,5a	5,8a	11,3a	12,8a	13,5a	14,1a
AA+100% SN	4,1a	4,3a	6,0a	11,6a	13,6a	13,7a	14,0a
Média	3,96	4,37	5,80	9,42	11,03	11,32	11,80

\*Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 0,05 de significância.

Fonte: Autores (2021)

Para o DC, os tratamentos apresentaram efeito significativo a partir dos 14 DAT e, nas plantas irrigadas com AA e AR, não houve diferença em nenhuma avaliação.

Esse resultado pode ser devido ao estágio de desenvolvimento das plantas, pois requerem maior quantidade de nutrientes para o seu desenvolvimento. Logo, as plantas irrigadas com AR+50% SN, AR+75% SN e AA+100% SN apresentaram melhores resultados. Aos 42 DAT a AP e o NF não diferiram entre os tratamentos, com média de 48,50 cm e 19,43, respectivamente. Esse comportamento também foi observado por Souza et al. (2018) em plantas de girassol ornamental 'Anão de Jardim' hidropônico, em que o tratamento controle e os tratamentos com 75 e 100% da concentração da solução nutritiva em efluente doméstico tratado não apresentaram diferenças significativas entre si no período de 30-40 DAT. Para produção de girassol ornamental é importante que as plantas apresentem características morfológicas atrativas ao consumidor e que o caule seja resistente ao tombamento, devido à movimentação causada pelo transporte quando a comercialização ocorra em vasos. Neves et al. (2005) considerou satisfatório o diâmetro de caule acima de 8 mm em plantas de girassol por não ocorrer acamamento das plantas.

Assim, o DC das plantas sob os tratamentos AR e AR+SN foi considerado satisfatório a partir dos 28 DAT e o do tratamento AA apenas aos 42 DAT.

Dessa forma, a AP e DC são variáveis importantes a serem avaliadas em girassol ornamental, para garantir a padronização do tamanho da haste a ser cortada e a capacidade de armazenamento de reserva que auxilia na qualidade pós-colheita das flores.

Para a comercialização da planta em vaso a altura varia de 25 a 30 cm, em média, mas a altura-padrão é subjetiva e depende da preferência do consumidor (NEVES et al., 2005). No presente estudo, a altura média dos tratamentos foi de 48,32 cm aos 42 DAT.

Na Figura 1 observam-se os efeitos dos tratamentos aos 45 DAT sobre as variáveis M FFC, M SFC, M FPA, M SPA, M FCap e M SCap. As plantas do tratamento AR apresentaram maior conteúdo de massa fresca e seca em todas as variáveis analisadas, quando comparado às plantas irrigadas apenas com AA. Esses aumentos foram de 130, 90, 200, 150, 280 e 220% para a M FFC, M SFC, M FPA, M SPA, M FCap e M SCap, respectivamente (Figura 1A-1F). Para as plantas irrigadas com água residuária com adição de solução nutritiva, os tratamentos AR+50% SN e AR+75% SN não diferiram do tratamento AA+100% SN nas variáveis M SFC, M Fcap, M SCap e M FPA. Para a M SPA não houve diferença entre os tratamentos AR+75% SN e AA+100% SN com maior biomassa em relação aos demais tratamentos. No cultivo de abobrinha-italiana a irrigação com água residuária mostrou-se eficiente na complementação da nutrição da planta para a produção da cultura, principalmente pelo aumento dos teores de potássio e fósforo (SENA et al., 2020). Em girassol ‘Anão de Jardim’, a irrigação com água residuária favoreceu o desenvolvimento das plantas, fato este observado nas massas fresca e seca da parte aérea e na massa fresca, diâmetro externo e interno do capítulo (OLIVEIRA et al., 2017).

Segundo estes autores, o incremento nas médias das variáveis avaliadas devido ao aumento nas concentrações de água residuária pode ser explicado pela elevada quantidade de nutrientes presentes nessas águas, principalmente o nitrogênio. Na Figura 2 são observados os efeitos dos tratamentos aos 45 DAT sobre as variáveis morfológicas das flores de girassol - diâmetro interno do capítulo (DIC), diâmetro externo do capítulo (DEC), número de pétalas e abertura total do capítulo (ATC).

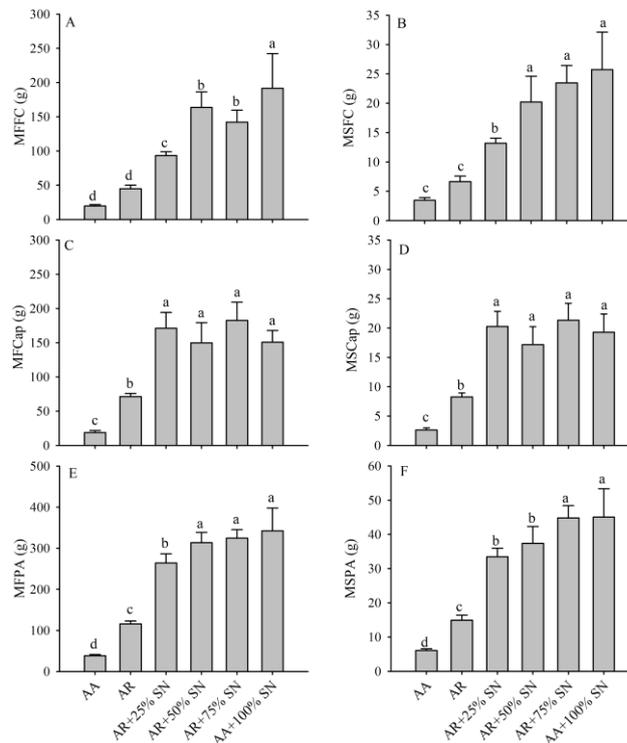
A irrigação com AR e as diferentes concentrações de SN não diferiram entre si para o DIC e DEC, com média de 7,26 e 16,66 cm, respectivamente. Estes valores foram em média 82,5 e 47,4%, respectivamente, maiores que os das flores cujas plantas receberam apenas AA (Figura 2A e 2B).

Esse resultado corrobora com o de Souza et al. (2018), onde não houve efeito significativo dos tratamentos para o número de dias para a abertura total do capítulo (ATC) de girassol ‘Anão de Jardim’ cultivado em diferentes tratamentos, indicando que as plantas não foram afetadas pela redução da concentração dos fertilizantes na solução nutritiva, nem o uso do efluente doméstico tratado interferiu no tempo de abertura total do capítulo.

O número de pétalas nos tratamentos com SN igual ou superior a 50% não diferiram significativamente entre si e os valores foram, em média, 23,15% mais elevados que a média dos tratamentos AA, AR e AR+25% SN (Figura 2C).

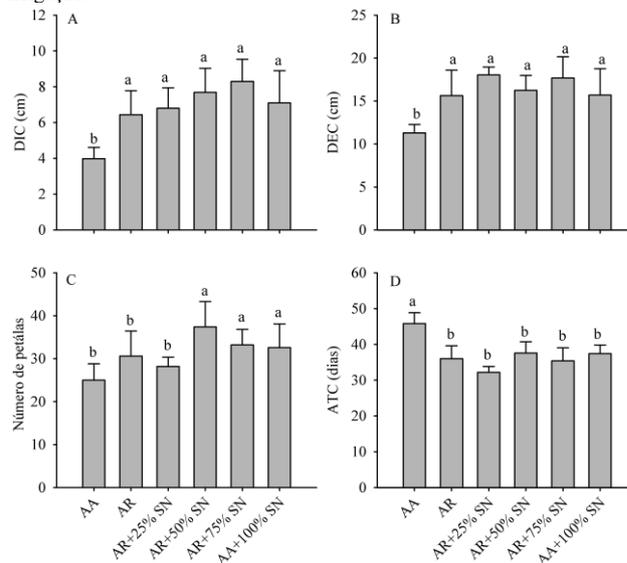
Dessa forma, observou-se que uma concentração de SN acima de 50% não interferiu no número de pétalas do girassol ornamental irrigado com água residuária.

Figura 1. Massa fresca das folhas + caule - MFFC (A), massa seca das folhas + caule - MSFC (B), massa fresca do capítulo - MFCap (C), massa seca do capítulo - MSCap (D), massa fresca da parte aérea - MFPA (E), massa seca da parte aérea - MSPA (F) de plantas de girassol ‘Anão de Jardim’ em função da composição da água de irrigação.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância. Fonte: Autores (2021)

Figura 2. Diâmetro interno do capítulo - DIC (A), diâmetro externo do capítulo - DEC (B), número de pétalas (C), número de dias para a abertura total do capítulo - ATC (D) de plantas de girassol ‘Anão de Jardim’ em função da composição da água de irrigação.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância. Fonte: Autores (2021)

Andrade et al. (2014) avaliando a qualidade das flores de girassol ornamental ‘Sol Noturno’ cultivado com diferentes doses de esterco bovino e irrigado com água residuária e/ou abastecimento não observaram nenhum efeito dos tratamentos nas variáveis DEC, DIC, número de pétalas e folhas, altura da planta e diâmetro do caule.

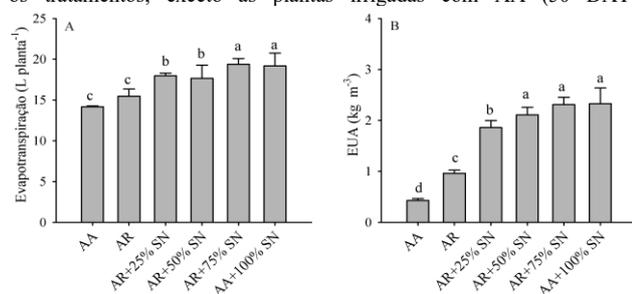
O número de dias para a abertura total dos capítulos (ATC) das plantas que receberam a irrigação com AA foi de 46 DAT, enquanto para os demais tratamentos esse período foi, em média, de 36 DAT. Assim, a adição de nutrientes antecipou a colheita em 10 dias, o que representa uma redução de 21,7% no tempo de colheita (Figura 2D).

Em relação às características morfofisiológicas do girassol, observou-se que a SN preparada com água residuária e fertilizantes na concentração de 50% não diferiu da SN preparada com água de abastecimento e fertilizantes na concentração de 100% suportando a hipótese de que a AR é uma fonte viável de recurso hídrico e nutricional para o cultivo de plantas de girassol ornamental ‘Anão de Jardim’. Corroborando com esses resultados Medeiros et al. (2020) observaram que a água residuária proporciona melhoria no desenvolvimento do girassol e se constitui em uma fonte de água para irrigação. No entanto, as características do solo devem ser consideradas, por apresentar risco de salinização.

Quanto à evapotranspiração ou consumo hídrico não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos AR e AA (média de 14,82 L planta<sup>-1</sup>), AR+25% SN e AR+50% (média de 17,82 L planta<sup>-1</sup>) SN e AR+75% SN e AA+100% SN (média de 19,29 L planta<sup>-1</sup>), considerando um período de 45 DAT para todos os tratamentos, exceto AA (50 DAT) (Figura 3A). As eficiências do uso da água (EUA) das plantas irrigadas com AR+50% SN, AR+75% SN e AA+100% SN não diferiram entre si, com média de 2,25 kg m<sup>-3</sup>, resultado significativamente melhor que os dos demais tratamentos (Figura 3B). Quando comparados os tratamentos de AR e AA sem adição de fertilizantes, a EUA do AR foi 125% maior que a do AA.

Segundo Oliveira et al. (2017), o consumo hídrico do girassol ‘Anão de Jardim’ irrigado com água residuária por 72 dias de cultivo, foi de 4,41; 5,84; 6,83 e 7,81 mm dia<sup>-1</sup> quando foram utilizadas lâminas de irrigação, respectivamente, equivalentes a 70, 90, 110 e 130% da evaporação do tanque Classe A. No presente estudo, os valores foram de 3,12, 3,78, 4,39, 4,31, 4,73 e 4,69 mm dia<sup>-1</sup> para os tratamentos AA, AR, AR + 25/50/75% SN e AA+100 SN, respectivamente.

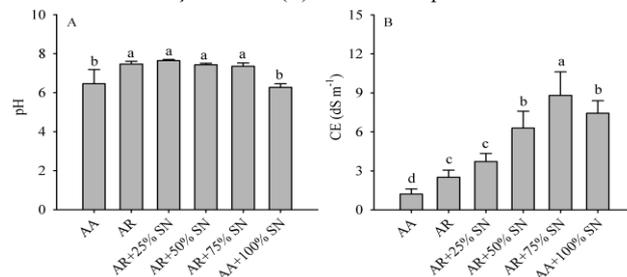
Figura 3. Evapotranspiração (A) e eficiência do uso da água - EUA (B) de plantas de girassol ‘Anão de Jardim’ cultivado por 45 DAT para todos os tratamentos, exceto as plantas irrigadas com AA (50 DAT).



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância. Fonte: Autores (2021)

Ao avaliar o solo após a colheita, observa-se na Figura 4A que a irrigação com água residuária, independentemente da concentração de SN, aumentou o pH do solo.

Figura 4. Potencial hidrogeniônico - pH (A) e condutividade elétrica - CE no extrato de saturação do solo (B) ao final do experimento



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de significância. Fonte: Autores (2020)

Dessa forma, o valor médio de pH nos tratamentos com água residuária (7,42) foi 16,5% maior que a média dos tratamentos que utilizaram água de abastecimento (6,37). Apesar disso, esses valores estão dentro do recomendado para a maioria das culturas.

O aumento do valor de pH nas plantas irrigadas com AR pode estar relacionado ao caráter alcalino da AR (pH = 7,8). Corroborando com esse resultado Sena et al. (2020) atribuíram o aumento de 12% no pH de um LATOSSOLO VERMELHO distrófico à composição da água residuária, como valor de pH e teores de cátions, ânions e resíduos orgânicos.

Na Figura 4B observa-se que, ao término do experimento, a irrigação apenas com AR aumentou em 106,32% a CE do extrato de saturação do solo, em relação à irrigação exclusivamente com AA. A adição de SN acima de 25% salinizou o solo ( $CE > 4,0$  dS m<sup>-1</sup>), sugerindo que o uso contínuo dessas soluções nutritivas pode representar um risco ambiental, caso não seja utilizada fração de lixiviado. Andrade et al. (2015) relataram que a irrigação com água residuária em plantas de girassol ornamental não alterou a CE, mas aumentou o pH do solo em 7,99% em relação à irrigação com água de abastecimento. De um modo geral, as plantas irrigadas apenas com AA não apresentaram risco de salinização do solo, mas ao avaliar a qualidade da flor pela morfometria observa-se flores pequenas e atraso na abertura total do capítulo, características não desejadas pelos produtores. Dessa forma, é necessário a adição de nutrientes minerais ao solo, sejam eles provenientes da água residuária ou da adição de solução nutritiva.

## Conclusão

Os resultados obtidos mostram que a água residuária favorece o desenvolvimento das plantas de girassol ‘Anão de Jardim’ em relação à água de abastecimento, sendo uma fonte de recurso hídrico e nutrientes para as plantas. Considerando o custo dos fertilizantes e a produção da cultura, a irrigação com solução nutritiva a 50% preparada com água residuária é o tratamento mais indicado para o cultivo do girassol ‘Anão de Jardim’.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo a primeira autora, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pelo apoio financeiro.

## Contribuição dos autores

Os autores desse artigo declaram que contribuíram de forma igualitária na sua elaboração.

## Referências

- ALSANIUS, B. W.; BERGSTRAND, K.; HARTMANN, R.; GHARAIE, S.; WOHANKA, W.; DORAIS, M.; ROSBERG, A. K. Ornamental flowers in new light: Artificial lighting shapes the microbial phyllosphere community structure of greenhouse grown sunflowers (*Helianthus annuus* L.). *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.216, p.234-247, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.01.022>
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v.22, n.6, p.711-728, 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ALVES, S. M.; REBOUÇAS, J. R.; FERREIRA NETO, M.; BATISTA, R. O.; SOUZA, L. Fertilização de girassol ornamental com esgoto doméstico tratado em sistema de hidroponia. *Irriga*, Botucatu, v.19, n.4, p.714-726, 2014. Doi: <https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n4p714>
- ANDRADE, L. O.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; NOBRE, R. G.; SOARES, F. A. L.; NASCIMENTO, E. C. S. Qualidade de flores de girassol ornamental irrigada com água residuária e doses de esterco. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.27, n.3, p.142-149, 2014.
- ANDRADE, L. O.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; DIAS, N. S.; NASCIMENTO, E. C. S. Qualidade de flores de girassóis ornamentais irrigados com águas residuária e de abastecimento. *Idesia*, Arica, v.30, n.2, p.19-27, 2012. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292012000200003>
- ANDRADE, L. O.; NOBRE, R. G.; DIAS, N. S.; GHEYI, H. R. Morfometria de plantas de girassol ornamental e atributos químicos de um solo irrigado com água residuária e adubado com esterco. *Científica*, Jaboticabal, v.43, n.3, p.268-279, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2015v43n3p268-279>
- AZEVEDO, J.; DUTRA, I. C. B.; COSTA, F. G. B.; BATISTA, R. O.; COSTA, L. R. Alterações químicas de cambissolo fertirrigado com água residuária doméstica tratada. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*, Patos, v.9, n.2, p.66-76, 2013.
- CHAUHAN, P.; RAJGURU, A. B.; DUDHE, M. Y.; MATHUR, J. Efficacy of lead (Pb) phytoextraction of five varieties of *Helianthus annuus* L. from contaminated soil. *Environmental Technology and Innovation*, Ho Chi Minh, v.18, p.100718, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.100718>
- EBRAHIMIAN, E.; SEYYEDIA, S. M.; BYBORDIC, A.; DAMALASD, C. A. Seed yield and oil quality of sunflower, safflower, and sesame under different levels of irrigation water availability. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.218, p.149-157, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.03.031>
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, Lavras, v.37, n.4, p.529-535, 2019. Doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- FREITAS, C. A. S.; SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; ANDRADE, R. R.; MOTA, F. S. B.; AQUINO, B. F. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.16, n.10, p.1031-1039, 2012.
- FURLANI, P. R. Hidroponia. In: van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds). *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo Campinas, 1997. p.275-285.
- KHONGKARAT, P. RAMADHAN, R.; PHUWAPRAISIRISAN, P.; CHANCHAO, C. Safflopermidines from the bee pollen of *Helianthus annuus* L. exhibit a higher in vitro antityrosinase activity than kojic acid. *Heliyon*, Cham, v.6, n.3, p.e03638, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03638>
- MEDEIROS, L. C.; SANTOS, J. S.; LIMA, V. L. A.; NASCIMENTO, M. T. C. C.; MEDEIROS, M. R. J. C. Morfometria de girassóis irrigados com água residuária e adubado com diferentes doses de nitrogênio. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.6, p.14936-14950, 2020.
- NASCIMENTO, Â. M. P.; PAIVA, P. D. O.; MANFREDINI, G. M.; SALES, T. S. Harvest stages and pulsing in ornamental sunflower 'Sunbright Supreme'. *Ornamental Horticulture*, Petrolina, v.25, n.2, p.149-157, 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v25i2.1991>
- NEVES, M. B.; BUZETTI, S.; CASTILHO, R. M.; BOARO, C. S. F. Desenvolvimento de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) em vasos, em dois substratos com solução nutritiva e em solo. *Revista Científica*, Jaboticabal, v.33, n.2, p.127-133, 2005.
- OLIVEIRA, M. L. A.; PAZ, V. P. S.; GONÇALVES, K. S.; OLIVEIRA, G. X. S. Crescimento e produção de girassol ornamental irrigado com diferentes lâminas e diluições de água residuária. *Irriga*, Botucatu, v.22, n.2, p.204-219, 2017. <https://doi.org/10.15809/irriga.2017v22n1p204-219>
- OLIVEIRA, M. S.; CARVALHO, D. F.; GOMES, D. P.; PEREIRA, F. A. C. MEDICI, L. O. Production of cut sunflower under water volumes and substrates with coconut fiber. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.22, n.12, p.859-865, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n12p859-865>
- REBOUÇAS, J. R. L. DIAS, N. S.; GONZAGA, M. I. S.; GHEYI, H. R.; SOUSA NETO, O. N. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.23, n.1, p.97-102, 2010.
- SENA, C. C. R.; FERREIRA, A. A.; SILVA, V. C. R. Mudança dos atributos químicos do solo após a aplicação de água. *Revista de Biotecnologia & Ciência*, Ipameri, v.9, n.2 p.1-10, 2020.
- SOUZA, R. N.; PAZ, V. P. S.; GONÇALVES, K. S.; SOARES, T. M.; AZEVEDO NETO, A. D.; GHEYI, H. R. Treated domestic effluents: An option for cultivation of ornamental sunflower in a hydroponic system. *Journal of Experimental Agriculture International*, Hooghly, v.24, n.6, p.1-11, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.9734/JEAI2018/42785>
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. *Manual de métodos de análise de solo*. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília: Embrapa, 2017. 574 p.
- ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A., OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.34, n.2, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000200016>