

## TOLERÂNCIA DE TAGETES À DEFICIÊNCIA HÍDRICA NA PRODUÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

**CARLOS HENRIQUE NASCIMENTO FERREIRA<sup>1</sup>, ANA HELENA MARTINEZ BELIZARIO DA SILVA<sup>2</sup>, HELEN BIATRIZ PEREIRA DE OLIVEIRA<sup>3</sup>, LEOMARA FLORIANO RIBEIRO<sup>4</sup>, OSVALDO GUEDES FILHO<sup>5</sup>, RENATA BACHIN MAZZINI-GUEDES<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, Campus Avançado de Jandaia do Sul, UFPR, Jandaia do Sul – PR, e-mail carloshnascimento04@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia de Alimentos, Campus Avançado de Jandaia do Sul, UFPR, Jandaia do Sul – PR.

<sup>3</sup> Engenheira Agrícola, Campus Avançado de Jandaia do Sul, UFPR, Jandaia do Sul – PR.

<sup>4</sup> Engenheira de Alimentos, Profa. Adjunta Doutora, Campus Avançado de Jandaia do Sul, UFPR, Jandaia do Sul – PR.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto Doutor, Campus Avançado de Jandaia do Sul, UFPR, Jandaia do Sul – PR.

<sup>6</sup> Engenheira Agrônoma, Profa. Adjunta Doutora, Campus Avançado de Jandaia do Sul, UFPR, Jandaia do Sul – PR.

Apresentado no  
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023  
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

**RESUMO:** Flores comestíveis têm sido usadas com bastante frequência no preparo de alimentos. Sabendo que os fatores de cultivo, especialmente o regime hídrico, podem influenciar as características funcionais dos alimentos, o objetivo deste trabalho foi avaliar a tolerância de tagetes à deficiência hídrica na produção de compostos fenólicos em suas inflorescências. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (quatro regimes hídricos) e oito repetições por tratamento, totalizando 32 plantas. As plantas foram monitoradas diariamente, assim como a temperatura e a umidade; a radiação fotossinteticamente ativa foi medida semanalmente, assim como os compostos fenólicos totais extraídos das flores; e as características agronômicas foram avaliadas ao final do experimento. O cultivo de tagetes visando à produção de compostos fenólicos totais em suas inflorescências pode ser feito em recipientes de 0,415 L de capacidade sob o regime de irrigação de 216 mL dia<sup>-1</sup> nas duas primeiras semanas e 165 mL dia<sup>-1</sup> a partir da terceira semana até o fim do cultivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** compostos funcionais, flor comestível, irrigação.

## TAGETES TOLERANCE TO WATER DEFICIT ON ITS PRODUCTION OF TOTAL PHENOLIC COMPOUNDS

**ABSTRACT:** Edible flowers have been used quite frequently for food preparation. Knowing that the cultivation factors, especially the water regime, may influence food functional characteristics, the objective of this work was to evaluate tagetes tolerance to water deficit in the production of phenolic compounds in its inflorescences. The experimental design was entirely randomized, with four treatments (four water regimes) and eight replications per treatment, totaling 32 plants. The plants were monitored daily, as well as temperature and humidity; photosynthetically active radiation was measured weekly, as well as the total phenolic compounds extracted from the inflorescences; and agronomic characteristics were evaluated at the end of the experimental period. Tagetes cultivation aiming at the production

of total phenolic compounds in its inflorescences may be carried out in 0.415 L containers under the irrigation regime of 216 mL day<sup>-1</sup> along the first two weeks and 165 mL day<sup>-1</sup> from the third week until the cultivation end.

**KEYWORDS:** functional compounds, edible flower, irrigation.

**INTRODUÇÃO:** Flores têm sido usadas com frequência no preparo de diversos alimentos, como chás, geleias, saladas e sobremesas. Segundo PETROVA et al. (2016), as partes mais consumidas são as pétalas *in natura*, que podem afetar as características sensoriais dos alimentos, influenciando na cor, no sabor e na estética. Dentre as várias flores consideradas comestíveis, destaca-se o tagetes (*Tagetes patula* L., Asteraceae), cujas inflorescências têm sabor levemente amargo e variam do amarelo ao marrom. Suas pétalas são ricas em carotenoides, luteína e vários outros metabólitos (YASHESHWAR et al., 2017). Inicialmente cultivado em recipientes, o manejo adequado da irrigação é fundamental, pois o meio radicular deve ser bem drenado (NAU, 2011), o que também pode evitar a incidência de doenças. Além disso, de acordo com PEITER et al. (2007), o cultivo de plantas envasadas em ambientes protegidos requer um maior controle de irrigação, já que o espaço que compreende o substrato dentro do vaso limita o volume de armazenamento de água, além de ser um fator capaz de influenciar significativamente o produto final. Nesse sentido, segundo CICEVAN et al. (2014), dentre os estresses abióticos que afetam a produção vegetal, a deficiência hídrica é o que causa a maior redução na produtividade das culturas. Ademais, a decrescente disponibilidade de água no mundo tem dado origem a novas técnicas de cultivo, ao uso alternativo de fontes de água e ao emprego cada vez maior de plantas mais tolerantes à seca (RIAZ et al., 2013; CICEVAN et al., 2014). Segundo RIAZ et al. (2013), o aumento do cultivo de plantas mais tolerantes à deficiência hídrica compreende uma abordagem mais sustentável face à indisponibilidade de água. Assim, é essencial quantificar a necessidade hídrica de qualquer cultura, já que a falta, ou o excesso, pode limitar o crescimento e o desenvolvimento vegetal (PARIZI et al., 2010). Considerando o potencial comestível de tagetes, também é necessário o conhecimento de suas características funcionais e consequente presença de compostos bioativos e potencial antioxidante. Assim, a determinação dos compostos fenólicos é um dos aspectos mais importantes para a identificação do potencial antioxidante visando à identificação de seu valor nutricional. Sabendo que fatores de cultivo podem influenciar as características funcionais dos alimentos, e que a deficiência hídrica pode aumentar a produção de compostos naturais (YASHESHWAR et al., 2017), o objetivo deste trabalho foi avaliar a tolerância de tagetes à deficiência hídrica na produção de compostos fenólicos em suas inflorescências.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi instalado em outubro/2022 em casa de vegetação pertencente ao Campus Avançado de Jandaia do Sul da Universidade Federal do Paraná, em Jandaia do Sul/PR (23°36'11" S, 51°38'36" W, a 807 m de altitude), e teve a duração de 102 dias. As plantas de tagetes foram formadas a partir de sementes adquiridas comercialmente, as quais foram semeadas em bandejas, sendo transplantadas depois de 17 dias para vasos com capacidade de 0,415 L preenchidos com substrato comercial a base de turfa canadense, vermiculita expandida, perlita expandida e casca de arroz torrefada. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, perfazendo quatro níveis de água em rêga manual (nas duas primeiras semanas: 72, 144, 216 e 288 mL dia<sup>-1</sup>; e a partir da terceira semana, como ajuste da irrigação: 55, 110, 165 e 220 mL dia<sup>-1</sup>, respectivamente, até o fim do experimento) e oito repetições por tratamento, totalizando

32 plantas. Dados de temperatura mínima e máxima, assim como de umidade relativa do ar mínima e máxima, foram obtidos por meio de um termo-higrômetro instalado ao nível das plantas, sendo as médias 16,2 e 33,7 °C, e 12,5 e 88,3%, respectivamente. A radiação fotossinteticamente ativa também foi monitorada uma vez por semana, de 8 às 17 h de hora em hora, durante todo o experimento, sendo a média máxima de 1.021  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  obtida às 12 h, e a mínima de 170  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  às 17 h. As variáveis avaliadas ao fim do experimento foram: altura da parte aérea, área foliar, matéria fresca e seca da parte aérea, teor de clorofila, ponto de comercialização (período do transplante ao aparecimento da cor do primeiro botão floral), período de florescimento, número de inflorescências e ciclo vegetal total (período do transplante à senescência das plantas). Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial a fim de se verificar o comportamento das variáveis de acordo com a quantidade de água fornecida. Para avaliação dos compostos fenólicos totais, as inflorescências foram colhidas semanalmente em pleno florescimento, ou seja, em sua abertura máxima, durante oito semanas do experimento, que coincidiu com o maior período de florescimento das plantas. A extração foi realizada na proporção 1:50 (m/v), sendo que 0,5 g de pétala de cada tratamento foi transferido para um Erlenmeyer e adicionado 25 mL de água destilada. Os erlenmeyers foram submetidos à agitação por 10 min a 80 °C em banho dubnoff (Matoli). As amostras então foram filtradas e armazenadas congeladas em frascos âmbar até o momento das análises dos compostos fenólicos totais. A quantificação foi realizada em tubos de ensaios, onde foram adicionados 60  $\mu\text{L}$  de extrato das amostras, 3.000  $\mu\text{L}$  de água destilada e 300  $\mu\text{L}$  de reagente Folin-Ciocalteu (Dinâmica); após 3 min, foram adicionados 900  $\mu\text{L}$  de carbonato de sódio (15%) (Dinâmica) e 1.740  $\mu\text{L}$  de água destilada. Após 2 h no escuro, as soluções foram submetidas à avaliação a 765 nm em espectrofotômetro UV-Vis (Drawell/DU-8800RS). O ácido gálico (Sigma-Aldrich) foi usado como padrão, e os resultados foram expressos em equivalentes de ácido gálico (mg EAG/g) calculados por meio de ajuste da curva padrão nas concentrações de 25 a 750 mg L<sup>-1</sup> (SINGLETON & ROSSI, 1965).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis das características agronômicas, que atingiram as seguintes médias: altura de parte aérea = 22,9 cm; área foliar = 117,49 cm<sup>2</sup>; matéria fresca da parte aérea = 8,9679 g; matéria seca da parte aérea = 3,7003 g; número de inflorescências = 18 inflorescências planta<sup>-1</sup>; ponto de comercialização = 18 dias; período de florescimento = 80 dias; e ciclo vegetal total = 98 dias. Ao contrário, RIAZ et al. (2013), quando trabalhando com duas variedades de *Tagetes erecta* L., relataram que a deficiência hídrica impôs efeitos significativos negativos tanto no crescimento quanto na qualidade vegetal. Da mesma maneira, CICEVAN et al. (2014), quando trabalhando com *T. patula* e *Tagetes tenuifolia* Cav., e BABAEI et al. (2021), com *Tagetes minuta* L., afirmaram que houve efeitos negativos de crescimento vegetal conforme a disponibilidade de água diminuiu. E também, ZULFIQAR et al. (2020), quando estudando cultivares de *T. erecta*, obtiveram menor matéria fresca e seca de plantas quando submetidas ao estresse hídrico. RAIZ et al. (2013) mencionaram, ainda, que tanto o déficit quando o excesso hídrico causam a morte dos tecidos, indicada por sintomas de queima foliar. No entanto, os regimes hídricos testados neste trabalho não promoveram diferenças nas variáveis analisadas, sendo a quantidade mais baixa de água ainda suficiente para garantir que as plantas completassem seu ciclo vegetal normalmente, não mostrando sintomas de déficit, como a queima das folhas descrita, e não influenciando nem mesmo a formação da parte aérea ou o florescimento. Com relação a isso, ZULFIQAR et al. (2020) mencionam, ainda, que a redução de matéria vegetal é uma boa estratégia de sobrevivência para melhorar a absorção de água por plantas de *T. erecta* quando submetidas

ao estresse hídrico, o que também não foi observado neste trabalho. Com relação ao teor de clorofila, RIAZ et al. (2013) e BABAEI et al. (2021) relataram que a deficiência hídrica também o afetou negativamente. Neste trabalho, conforme também ocorrido para as outras variáveis, o teor de clorofila não foi afetado pelas diferenças no regime hídrico, atingindo a média entre plantas de *T. patula* de 30,9  $\mu\text{mol cm}^{-2}$ . Existem espécies vegetais adaptadas a diversas condições ambientais e, mesmo se considerarmos o mesmo gênero, cada espécie pode se comportar de maneira diferente com relação à tolerância à seca, conforme comprovado por CICEVAN et al. (2014) em plantas de *T. patula* e *T. tenuifolia*. Da mesma maneira, cada variedade ou cultivar de uma mesma espécie apresenta diferentes graus de tolerância frente a cada regime de água, como também RIAZ et al. (2013), CICEVAN et al. (2014) e ZULFIQAR et al. (2020) encontraram para variedades e cultivares de *T. erecta* e *T. tenuifolia*. ZULFIQAR et al. (2020) mencionam, ainda, que cultivares de *T. erecta* apresentaram modificações no crescimento e em características anatômicas de raízes, caules e folhas quando as plantas foram submetidas a diversas condições de déficit hídrico, o que explicaria o grau de tolerância à seca de cada cultivar. Assim, com vistas somente às características agrônômicas, seria necessário ainda testar outros regimes hídricos. Com relação aos fenólicos totais, ao contrário, os quatro tratamentos apresentaram valores significativos ao longo das semanas de cultivo, em especial na terceira semana (Figura 1). Para os tratamentos 1 e 2, ainda, valores da 4ª semana também se destacaram significativamente e, ainda, valores da 6ª semana apenas para o tratamento 1 (Figura 1).

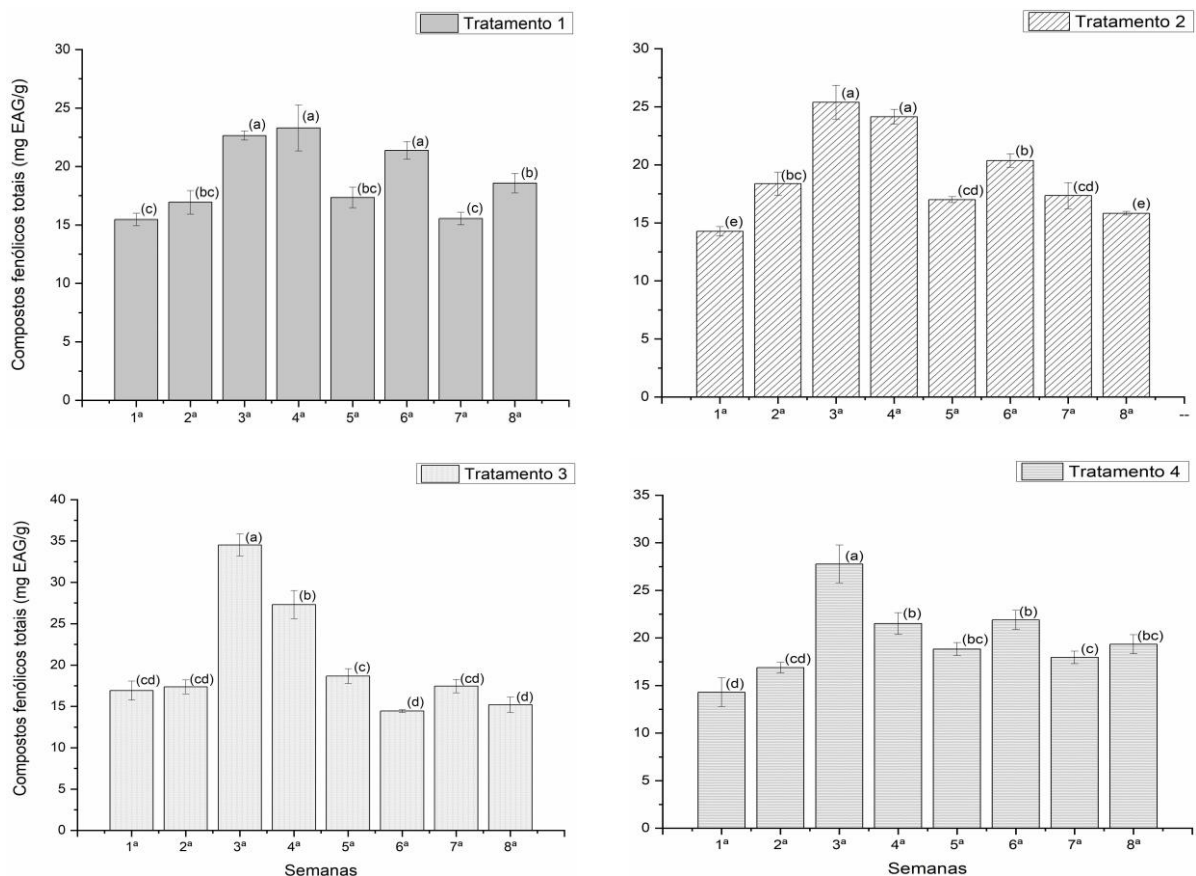


FIGURA 1. Teor de compostos fenólicos totais dos extratos de inflorescências de *Tagetes patula*, na proporção de 1:50 (m/v), cultivado sob diferentes quantidades de água ao longo de oito semanas. \*Tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente: 72, 144, 216 e 288 mL dia<sup>-1</sup> nas duas primeiras semanas do experimento e, como ajuste da irrigação, 55, 110, 165 e 220 mL dia<sup>-1</sup> a partir da terceira semana até o fim do experimento.

Quando os quatro tratamentos são comparados entre si, semana a semana, o tratamento 3 se destacou com o teor mais elevado de compostos fenólicos totais, de  $34,51 \pm 1,35$  mg EAG/g, também na 3ª semana, quando comparado aos demais (Figura 2).

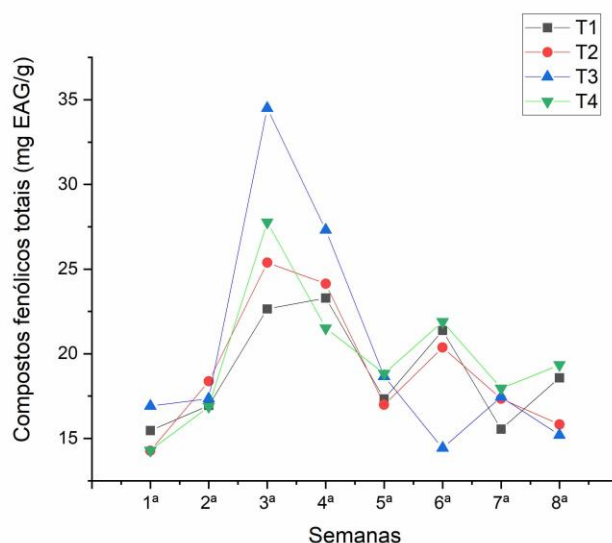


FIGURA 2. Comparativo do teor de compostos fenólicos totais dos extratos de inflorescências de *Tagetes patula*, na proporção de 1:50 (m/v), cultivado sob diferentes quantidades de água. \*Tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente: 72, 144, 216 e 288 mL dia<sup>-1</sup> nas duas primeiras semanas do experimento e, como ajuste da irrigação, 55, 110, 165 e 220 mL dia<sup>-1</sup> a partir da terceira semana até o fim do experimento.

Ao longo do experimento, a distribuição dos compostos fenólicos totais seguiu o mesmo padrão entre os tratamentos, independentemente dos valores diferenciados, com exceção do tratamento 3, cujos valores apresentaram um decréscimo na 6ª semana e um pequeno acréscimo na 7ª semana. Para todos os tratamentos, os valores máximos de compostos fenólicos totais coincidiram com a diminuição na quantidade de água fornecida às plantas, o que influenciou positivamente na produção e/ou concentração dessas substâncias nas inflorescências. BABAEI et al. (2021) também encontraram maior produção não só de compostos fenólicos, mas de vários outros compostos orgânicos, de acordo com maior limitação de água às plantas. A partir da 3ª semana, os valores permaneceram mais altos ou similares aos encontrados para as duas primeiras semanas do experimento. Assim, mesmo não estando ainda definida a quantidade de água mínima necessária para que plantas de tagetes se desenvolvam, floresçam e completem seu ciclo, por não haver diferenças significativas nas características agrônômicas, o regime de água de 216 mL dia<sup>-1</sup> a partir da 3ª semana de cultivo já se mostra eficiente quando o objetivo prioriza a produção de compostos fenólicos totais em suas inflorescências. No entanto, segundo relatam YASHESHWAR et al. (2017), o déficit hídrico pode ser aplicado no cultivo de tagetes, em intervalos específicos relacionados ao ciclo vegetal, tanto para fins ornamentais como para produção de compostos orgânicos. Os autores mencionam, ainda, que cultivares de *T. patula* podem ser adaptar a condições de déficit hídrico moderado. Assim, é necessário entender o potencial de *Tagetes* cultivares e consequente comportamento ao déficit hídrico para se poder cultivá-las em condições subótimas (ZULFIQAR et al., 2020).

**CONCLUSÕES:** O cultivo de tagetes visando à produção de inflorescências para a formação de compostos fenólicos totais pode ser feito em recipientes de 0,415 L sob o regime de irrigação de 216 mL dia<sup>-1</sup> nas duas primeiras semanas e 165 mL dia<sup>-1</sup> a partir da 3ª semana até o fim do cultivo.

## **REFERÊNCIAS:**

BABAEI, K.; MOGHADDAM, M.; FARHADI, N.; PIRBALOUTI, A.G. Morphological, physiological and phytochemical responses of Mexican marigold (*Tagetes minuta* L.) to drought stress. **Scientia Horticulturae**, v.284, p.110-116, 2021.

CICEVAN, R.; AL HASSAN, M.; VICENTE, O.; BOSCAIU, M.; SESTRAS, A.; SESTRAS, R. Drought tolerance in several *Tagetes* L. cultivars. **Bulletin UASVM Horticulture**, v.71, n.2, p.347-348, 2014.

NAU, J. (Ed.) **Ball Redbook**: crop production. 18.ed. West Chicago: Ball Publishing, 2011. 785p.

PARIZI, A.R.C.; PEITER, M.X.; ROBAINA, A.D.; SOARES, F.C.; VIVAN, G.A.; RAMÃO, C.J. Níveis de irrigação na cultura do Kalanchoe cultivado em ambiente protegido. **Ciência Rural**, v.40, n.4, p.854-861, 2010.

PEITER, M.X.; PARIZI, A.R.C.; ROBAINA, A.D.; SOARES, F.C. Consumo de água e produção da Flor da Fortuna cv. Gold Jewel sob diferentes lâminas de irrigação. **Irriga**, v.12, n.1, p.83-91, 2007.

PETROVA, I.; PETKOVA, N.; IVANOV, I. Five edible flowers: valuable source of antioxidants in human nutrition. **International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research**, v.8, n.4, p.604-610, 2016.

RIAZ, A.; YOUNIS, A.; TAJ, A.R.; KARIM, A.; TARIQ, U.; MUNIR, S.; RIAZ, S. Effect of drought stress on growth and flowering of marigold (*Tagetes erecta* L.). **Pakistan Journal of Botany**, v.45, n.S1, p.123-131, 2013.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology Viticulture**, v.16, p.144-158, 1965.

YASHESHWAR; UMAR, S.; SHARMA, M.P.; KHANB, W.; AHMAD, S. Variation in ornamental traits, physiological responses of *Tagetes erecta* L. and *T. patula* L. in relation to antioxidant and metabolic profile under deficit irrigation strategies. **Scientia Horticulturae**, v.214, p.200-208, 2017.

ZULFIQAR, F.; YOUNIS, A.; RIAZ, A.; MANSOOR, F.; HAMEED, M.; AKRAM, N.A.; ABIDEEN, Z. Morpho-anatomical adaptations of two *Tagetes erecta* L. cultivars with contrasting response to drought stress. **Pakistan Journal of Botany**, v.52, n.3, p.801-810, 2020.