

EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COEFICIENTE DE CULTIVO (K_c) PARA A CULTURA DA BOCA-DE-LEÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO

JAMES DO NASCIMENTO COSTA¹, THALES VINÍCIUS DE ARAÚJO VIANA², LUIS GONZAGA PINHEIRO NETO³, FELIPE FONTENELE FROTA MENEZES⁴, PATRÍCIA MOREIRA ALVES DE OLIVEIRA⁵, LUIZ GONZAGA ARAÚJO BARRETO⁶

¹ Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do PICI, s/n, Bloco 804, CEP 60440-554, Fortaleza, CE, ORCID:0000-0001-8964-0642, E-mail: jamescosta078@gmail.com.

² Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do PICI, Bloco 804, CEP 60440-554, Fortaleza, CE, ORCID: 0000-0003-0722-6371, E-mail: thales@ufc.br.

³ Eixo de Recursos Naturais, Instituto Federal do Ceará (IFCE), Campus Sobral, Avenida Dr. Guarany, 317, Jocely Dantas de Andrade Torres, CEP: 62042-030, Sobral, CE, ORCID: 0000-0002-7485-7299, E-mail: luis.neto@ifce.edu.br

⁴ Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do PICI, s/n, Bloco 804, CEP 60440-554, Fortaleza, CE, ORCID: 0009-0000-7941-9776, E-mail: felipefontenelefrotam@gmail.com.

⁵ Escola de Floricultura do Ceará (TecFlores), Instituto Agropolos do Ceará, CEP 62370-000, São Benedito, CE, E-mail: Patricia_piaui@hotmail.com.

⁶ Escola de Floricultura do Ceará (TecFlores), Instituto Agropolos do Ceará, CEP 62370-000, São Benedito, CE, E-mail: luzbarreto02@gmail.com.

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo estimar a evapotranspiração e os coeficientes de cultivo pelo método da lisimetria de drenagem para o cultivo da boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.) em ambiente protegido. O experimento foi conduzido na região da serra da Ibiapaba. Os vasos foram preenchidos com o solo da estufa de condução, e saturados por ascensão capilar. A observação da evapotranspiração da cultura (ET_c) foi realizada através do método da microlisimetria de drenagem, com aplicação inicialmente de volume conhecido (0,5 L), seguido de aumento gradual (0,25 L) conforme a necessidade, garantindo a ocorrência do volume drenado. A condução seguiu até o momento em que as inflorescências apresentavam no mínimo 10 flores totalmente abertas (63 DAT). A boca-de-leão apresentou uma ET_c acumulada de 121,8 mm, com máxima de 4,6 mm, já próximo à colheita. Os coeficientes de cultivo obtidos foram 0,42; 0,78; 1,1 e 1,3, correspondendo respectivamente às fases Inicial, vegetativa I, vegetativa 2 e floração.

Palavras-chaves: *Antirrhinum majus* L., microlisimetria de drenagem, flor de corte

EVAPOTRANSPIRATION AND CROP COEFFICIENT (K_c) FOR SNAPDRAGON CULTIVATION IN A PROTECTED ENVIRONMENT

ABSTRACT: This study aimed to estimate evapotranspiration and crop coefficients using the drainage lysimetry method for growing snapdragons (*Antirrhinum majus* L.) in a protected environment. The experiment was conducted in the Ibiapaba mountain range. Pots were filled with soil from the greenhouse and saturated by capillary rise. Crop evapotranspiration (ET_c) was observed using the drainage microlysimetry method; a known volume (500 ml) was initially applied, followed by a gradual increase (250 ml) as needed to ensure the drainage volume. The training continued until the inflorescences had at least 10 fully open flowers (63 DAT). The snapdragons presented an accumulated ET_c of 121.8 mm, with a maximum of 4.6 mm, close to that of the harvest. The obtained crop coefficients were 0.42, 0.78, 1.1 and 1.3, corresponding to the Initial, Vegetative I, Vegetative 2 and Flowering phases, respectively.

Keywords: *Antirrhinum majus* L., Drainage microlysimetry, cut flower.

1 INTRODUÇÃO

Difundido em diversas partes do mundo, o uso de ambientes protegidos tem se estabelecido como uma técnica que viabiliza a produção de diversos cultivos (Ghani *et al.*, 2019), entre os quais, o cultivo de flores de corte, como a cultura da Boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.), que embora seja considerada perene, habitualmente é cultivada como anual, apresentando uma inflorescência com flores que lembram um focinho de felino, daí seu nome característico (Silva *et al.*, 2014).

Conforme o The Observatory of Economic Complexity, em 2022, o maior exportador de flores de corte foi a Holanda, com US\$ 10,6 bilhões em exportações. Nesse mesmo ano, a contribuição do Brasil às exportações foi de US\$ 35,2 mil, equivalente a 0,23% (OEC, 2025). Contudo, essas exportações do Brasil têm perdido força, mas o setor foi favorecido pelo mercado interno, com crescimento per capita de 8% em 2017, com destaque para o Ceará, que ocupa a 4ª posição, apresentando ótimas condições edafoclimáticas em comparação a outros estados brasileiros ou países do ramo da floricultura, como por exemplo a elevada quantidade de horas de sol por ano e a ausência de geadas e de granizos (Instituto Agropolos, 2019).

Assim como em grandes cultivos convencionais, o manejo da irrigação na floricultura de corte apresenta-se como ponto chave para otimização dos recursos utilizados, uma vez que nesse setor, o consumo é “pelos olhos”, ressaltando intrínseca importância na observação do estado hídrico da planta através da evapotranspiração da cultura (ET_c) e no coeficiente de cultivo (K_c), indicadores cruciais para o manejo adequado da irrigação, especialmente em ambientes protegidos do tipo estufa, que representa 53% do total de área cultivada com flores na região da Ibiapaba, Ceará, Brasil, conforme levantamento realizado por Barreto *et al.* (2022).

Sendo assim, esse trabalho teve por objetivo estimar a evapotranspiração e os coeficientes de cultivo pelo método da

lisimetria de drenagem para o cultivo da boca-de-leão na região da serra da Ibiapaba no Ceará.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em ambiente protegido do tipo estufa, localizado no município de São Benedito, na microrregião do planalto da Ibiapaba, região Noroeste do estado do Ceará, Brasil. Conforme Lopes, Sarmiento e Oliveira (2016), as temperaturas máxima e mínima são 30 °C e 15 °C, e a insolação anual média de 2.800 h, apresentando clima local classificado como tropical quente (semiárido brando, subúmido e úmido), com pluviometria anual de 1306,2 mm, concentradas de janeiro a maio (IPECE, 2017).

O experimento foi conduzido em meio vão (24,0 m x 6,0 m) de uma estufa pertencente a Escola de Floricultura do Ceará (Tec Flores), administrada pelo Instituto Agropolos do Ceará (IACe), sob as coordenadas geográficas 04° 03' 34" S e 40° 53' 39" W, a uma altitude de 867 m. O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico latossólico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, vide Santos *et al.* (2025). A estufa tinha como característica uma estrutura de 3,2 m de altura em arco, e tela antiafideo nas laterais externas, revestida com polietileno transparente 200 µm, com aproximadamente 3 anos de uso e evidências visuais de acúmulo de poeira. Na abertura zenital, não constava o uso de telas antiafideo.

A condução deste experimento seguiu durante os meses de fevereiro a abril, abrangido pela quadra chuvosa da região. As mudas de boca-de-leão foram cedidas pelas Ball® Horticultural do Brasil, com idade de 35 dias após a semeadura (DAS) e transplantadas com 40 DAS (garantindo aclimatação no local de condução). A adubação foi realizada conforme Al-Mana *et al.* (2021), resultando no fornecimento de 3,2 g planta⁻¹ de N (3,56 g de ureia), de P (5,3 g de fosfato monoamônico - MAP) e de K (5,3 g de cloreto de potássio - KCl).

Os vasos utilizados para a condição deste experimento apresentavam 28 cm de

diâmetro (0.062 m^2) e 26 cm de altura, cujo a capacidade volumétrica era de 15 dcm^{-3} , aproximadamente. Para o preenchimento dos vasos, foi utilizado o próprio solo constituinte da área sob a estufa de condução.

Anterior ao transplântio, para que os vasos ficassem em capacidade de campo, os mesmos foram submetidos à saturação via ascensão capilar, sendo utilizado uma caixa d'água de 300 L, com água adicionada até uma altura que ficasse a 10 cm da borda dos vasos. Todo o processo teve uma duração de 24 h.

Após a saturação, no final da tarde, os vasos foram retirados e acondicionado acima de tijolos espaçados, de forma a possibilitar, gravitacionalmente, a drenagem da água excedente, permanecendo até a manhã do dia seguinte, quando foi adicionado um volume conhecido de água (0.5 L), e após a drenagem, realizado o transplântio das mudas, sendo alocadas 3 em cada vaso, dispostas em formato triangular, perfazendo um espaçamento de 15 cm.

No dia seguinte iniciaram-se a observação da evapotranspiração da cultura (ETc), realizada através do método da microlisimetria de drenagem, com fornecimento inicial de um volume conhecido (0.5 L), mantido até o momento em que foi observado a necessidade de aumentar o volume aplicado, seguindo desta forma até o final da condução. Foi estabelecido um aumento gradual de 0.25 L, incrementado conforme a necessidade, garantindo desta forma a ocorrência de um volume drenado.

A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pelo método do tanque classe "A", preconizado por Allen *et al.* (1998). Por se tratar de ambiente protegido do tipo estufa, onde o efeito do vento sobre a evaporação do tanque classe "A" pode ser considerado desprezível, optou-se por utilizar como coeficiente do tanque (Kt) o valor igual a 1,0, ressaltado por Lopes Filho (2002) quando se trata de condições semelhantes às observadas para esta pesquisa. Sendo assim, os valores dos coeficientes de cultivo (kc) para a boca-de-leão foram obtidos pela relação entre a evapotranspiração de cultivo e a evapotranspiração de referência (ETo), obtidos

conforme a sequência de equações apresentadas a seguir:

$$ETo = EV \times Kt \quad (1)$$

$$ETc = \frac{(VF - VD)}{Av} \quad (2)$$

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad (3)$$

Onde: EV – evaporação do tanque classe "A" (mm); Kt – coeficiente do tanque (adimensional); ETo – evapotranspiração de referência (mm); ETc – evapotranspiração de cultivo (mm); VF – volume fornecido (L); VD – volume drenado (L); Av – área do vaso (m^2); Kc – coeficiente de cultivo da cultura (adimensional).

Por se tratar de uma flor de corte, o critério utilizado para colheita das plantas e finalização dessa pesquisa foi a abertura de botões florais, considerando entre 8 e 10 flores totalmente abertos para realização do corte das plantas.

Para efeito da estimativa dos coeficientes de cultivo conforme a especificidades de cada estágio fisiológico de desenvolvimento, considerou-se neste experimento observações realizadas com as plantas em campo e as respostas da demanda hídrica observada conforme os dados coletados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

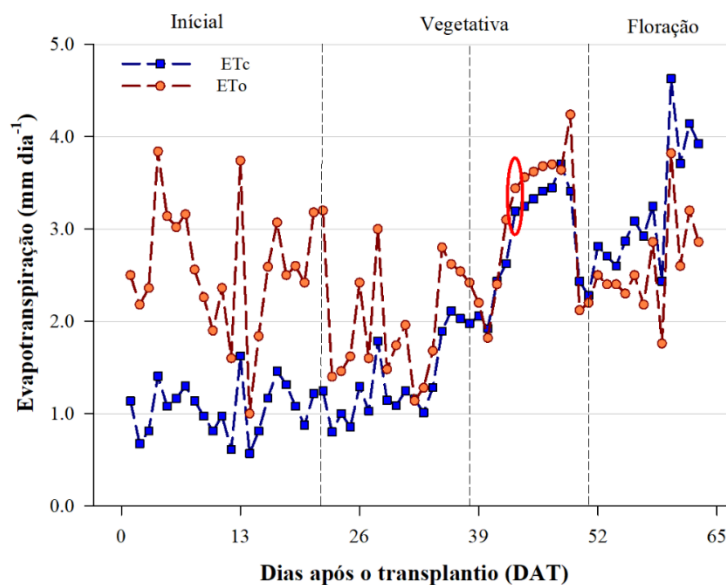
O ciclo total da cultura foi de 103 dias, sendo apenas 63 dias correspondente à cultura em campo após o transplântio. A demanda hídrica da cultura (ETc) no decorrer do ciclo de condução foi de 121,8 mm, com uma demanda máxima diária de 4,6 mm, observado em um dia já próximo à colheita da planta.

Na Figura 1 é observado a evolução da evapotranspiração de cultivo (ETc) e da evapotranspiração de referência (ETo), observadas no decorrer do ciclo da boca-de-leão. Nota-se que após os 40 DAT, ocorre o aumento da demanda hídrica da cultura, com consumo equiparando-se e até mesmo superando a ETo. Os pontos em destaque correspondem a 43 DAT, quando foi observado o início da emissão da inflorescência no ápice da planta. Nos 12 dias subsequentes ocorreu o

desenvolvimento da inflorescência, caracterizado pelo crescimento da mesma, em função da emissão de botões florais, sendo que após esse período, a maturidade dos botões resultava na abertura da flor, com os primeiros localizando-se base da inflorescência, dando

sequência à fase de floração, onde a formação e abertura dos botões florais ocorriam concomitantemente, configurando uma demanda hídrica média de até 30% superior à ETo.

Figura 1. Evapotranspiração de referência (ETo) pelo método do tanque classe A e evapotranspiração de cultivo (ETc) pelo método da lisimetria de drenagem para o cultivo da boca-de-leão em ambiente protegido.



Fonte: autores

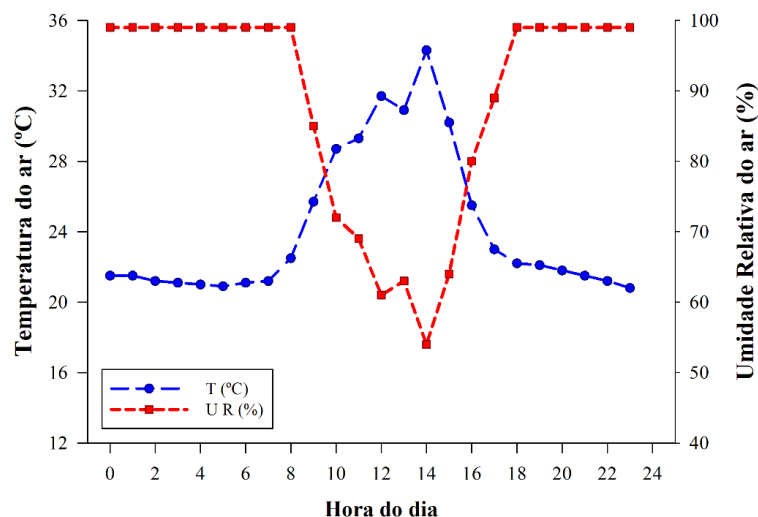
O aumento da demanda hídrica da cultura próximo ou já em floração é corroborado com diversos outros trabalhos, onde a fase de floração e frutificação é considerada a de maior consumo - vide Allen *et al.* (1998) -, em função da estratégia da planta de prolongar a espécie, com a formação de estruturas reprodutivas, que na boca-de-leão correspondem ao alongamento da inflorescência, emissão e abertura de botões florais, e após a polinização, formação de cápsulas com sementes e amadurecimento de sementes.

Analisando a variação da temperatura do ar e da umidade relativa do ar na Figura 2, conclui-se que a boca-de-leão é uma planta muito exigente em água, especialmente quando

passa a emitir a inflorescência, uma vez que a variação da temperatura durante o dia manteve-se abaixo de 30 °C em maioria dos horários avaliados, indiferente com a possibilidade de valores elevados sob as condições do ambiente deste trabalho (ambiente protegido do tipo estufa). Possivelmente, o efeito estufa do interior do ambiente foi amenizado pelas características do ambiente de condução, que não apresentava material fechando a abertura zenital, logo, o ar quente que deveria acumular-se era esvaziado facilmente para a atmosfera.

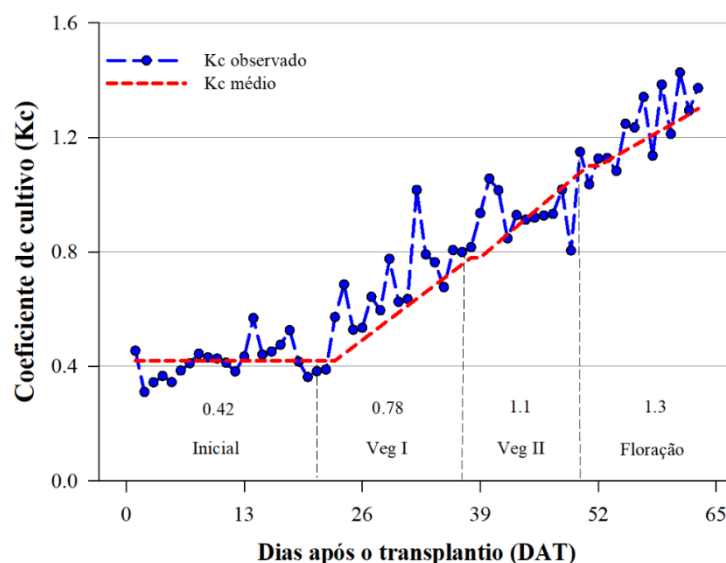
Valores acima de 30 °C foram ultrapassados apenas nos horários entre 12h00 e 16h00, sendo observado máxima de 34,3 °C às 14h.

Figura 2. Variação diária da temperatura do ar (°C) e da umidade relativa do ar (%) aos 59 DAT do cultivo de boca-de-leão, correspondente a fase de abertura de botões florais da cultura.



Fonte: autores

Figura 3. Variação diária da temperatura do ar (°C) e da umidade relativa do ar (%) aos 59 DAT do cultivo de boca-de-leão, correspondente a fase de abertura de botões florais da cultura.



Fonte: autores

Durante a condução do experimento foi observado que as plantas apresentaram um crescimento vegetativo acelerado (Figura 3), de modo que foi optado por definir 2 fases de desenvolvimento vegetativo: Veg I e Veg II. No manejo da irrigação, essa divisão expressará a otimização do fornecimento de água às plantas, aumentando a eficiência do uso da água e reduzindo o excedente na fase VEG I, suprimindo a demanda da planta de forma adequada na fase

de pré-florescimento (VEG II), garantindo nessa fase que as características mais importantes para comercialização desenvolvam-se adequadamente, sendo elas o diâmetro da haste e a inflorescência, consideradas cruciais no cultivo de boca-de-leão na região em que este trabalho foi conduzido.

Pirolí *et al.* (2022) trabalhando com *lisianthus* também apresentaram valores de k_c 's

para duas fases de desenvolvimento vegetativo. Pereira *et al.* (2021) com o crisântemo obtiveram kc de 1,29 para a fase reprodutiva até o momento do corte. Oliveira *et al.* (2014) comentam que estudos científicos sobre coeficientes de cultura para plantas ornamentais são escassos e os valores disponíveis são bastante discrepantes, o que dificulta a comparação entre os coeficientes de cultura.

4 CONCLUSÕES

A boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.) apresentou crescimento vegetativo acelerado, com evapotranspiração total de 121,8 mm. Os coeficientes de cultivo obtidos foram 0,42 (inicial), 0,78 (veg I), 1,1 (veg II) e 1,3 (floração).

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCTAgriS (CNPq/Funcap/Capes) pelo suporte financeiro para realização da pesquisa, A Escola de floricultura do Ceará (TecFlores) pela área de condução e a Ball® Horticultural pela concessão das mudas de boca-de-leão (*Antirrhinum majus* L.)

6 REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO Irrigation and Drainage Paper, n. 56)
- AL-MANA, F. A.; ALGAHTANI, A. M.; DEWIR, Y. H.; ALOTAIBI, M. A.; AL-YAFRSI, M. A.; ELHINDI, K. M. Water magnetization and application of soil amendments enhance growth and productivity of Snapdragon plants. **HortScience**, St. Joseph, v. 56, n. 12, p. 1464-1470, 2021.
- BARRETO, E. E. S.; ALVES, A. M.; OLIVEIRA, P. A. M.; BARRETO, L. G. A.; ARAÚJO, L. M. S. Panorama da produção agrícola em ambiente protegido na serra da Ibiapaba. Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2022.
- GHANI, S.; BAKOCHRISTOU, F.; ELBIALY, E. M. A. A.; GAMALIEDIN, S. M. A.; RASHWAN, M. M.; ABDELHALIM, A. M.; ISMAIL, S. M. Design challenges of agricultural greenhouses in hot and arid environments A review. **Engineering in Agriculture, Environment and Food**, Londres, v. 12, n. 1, p. 48-70, 2019.
- INSTITUTO AGROPOLOS DO CEARÁ. **Panorama da floricultura do território da Ibiapaba**. Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2019. Disponível em: <https://institutoagropolos.org.br/publi/>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- IPECE. **Perfil municipal 2017**: São Benedito. Ano I. Fortaleza: IPECE, 2017.
- LOPES FILHO, P. P. **Utilização de diferentes tanques evaporímetros em ambiente protegido**. 2002. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- LOPES, P. R. C.; SARMENTO, D. H. A.; OLIVEIRA, I. V. M. **Cultivo da macieira e pereira no estado do Ceará**. Fortaleza: ADECE, 2016. Disponível em: <https://www.adece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/98/2017/02/cultivo-da-macieira-e-pereira2016final02.02.2017-7.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2025.
- MILLER, R. O. Variations in optimum temperatures of snapdragons depending on plant size. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v. 81, p. 535-543, 1962.
- MUNIR, M.; JAMIL, M.; BALOCH, J., KHATTAK, K. R. Growth and flowering of *Antirrhinum majus* L. under varying temperatures. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 6, p. 173-178, 2004.

OLIVEIRA, E. C., CARVALHO, J. D. A., ALMEIDA, E. F., REZENDE, F. C., DOS SANTOS, B. G., MIMURA, S. N.

Evapotranspiração da roseira cultivada em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 314-321, 2014.

PEREIRA, A. C.; PEITER, M. X.; RODRIGUES, M. A.; ROBAINA, A. D.; PIROLI, J. D.; FERREIRA, L. D.; KIRCHNER, J. H.; MEZZOMO, W. Water management and crop coefficients for pot chrysanthemum. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, Recife, v. 16, n. 4, e9004, 2021.

PIROLI, J. D.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; RODRIGUES, M. A.; PEREIRA, A. C.; FERREIRA, L. D. Eficiência do uso da água e coeficiente de cultivo para lisianthus de corte em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v. 27, n. 3, p. 493-505, 2002.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LIMA, H. N.; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 6. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2025.

SILVA, N. O.; FERNANDES, M. E. S.; ROCHA, V. H. M.; GORRI, J. E. R.; VERAS, G. J. S. Diferentes formas de condução de mudas de boca-de leão (*Antirrhinum majus* L.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 1294-1299, 2014.

OECD. **Where does Brazil export Live trees, plants, bulbs, cut flowers, & ornamental foliage to?** (2022). OECD, 2025. Disponível em: https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/bra/all/206/2022. Acesso em: 24 agosto. 2025.