

TEOR DE CINZAS E PIGMENTOS EM FRUTOS DE TOMATE CULTIVADOS SOB ESTRESSE SALINO E CONSERVAÇÃO LÁCTICA

IARA ALMEIDA ROQUE¹, LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES², GEOVANI SOARES DE LIMA³ SABRINA GOMES DE OLIVEIRA⁴, ALFREDINA DOS SANTOS ARAÚJO⁵

¹Doutoranda em Engenharia agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, yara.roque.sb@gmail.com;

²Profa. CCTA – UAGRA, UFCG, Pombal-PB, lauriane.almeida@professor.ufcg.edu.br;

³Prof. Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande-PB, geovanisoareslima@gmail.com;

⁴Graduação em Agronomia, UFCG, Pombal-PB, sabrina.oliveira02@outlook.com;

⁵Profa. CCTA – UATA, UFCG, Pombal-PB, alfredina.santos@professor.ufcg.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
4 a 6 de outubro de 2022

RESUMO: A conservação láctica é uma alternativa para prolongar a qualidade pós-colheita de frutos do tomateiro, que podem ter as suas propriedades físico-químicas afetadas negativamente quando produzidos em condições de estresse salino, comuns em regiões semiáridas. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a composição química dos frutos de tomate cereja produzidos com águas salinas e submetidos à conservação láctica, no semiárido paraibano. O experimento foi desenvolvido em duas etapas, sendo a primeira em condições de ambiente protegido 70% (produção dos frutos) e a segunda em laboratório (conservação láctica). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6×5 , referente à conservação por fermentação láctica com seis misturas de sais e irrigação com cinco condutividades elétricas da água (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m^{-1}) com 3 repetições. Os frutos de tomate cereja conservados com $100 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ e $50 \text{ g L}^{-1} \text{ NaCl}$: $50 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ tiveram o teor de carotenoides reduzidos em função do aumento da salinidade da água de irrigação. O aumento dos níveis salinos ocasionou decréscimos no teor de cinzas dos frutos de tomate cereja conservados com $100 \text{ g L}^{-1} \text{ KCl}$ e $50 \text{ g L}^{-1} \text{ NaCl}$: $50 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCl}_2$. As clorofilas totais dos frutos de tomate cereja foram superiores quando receberam irrigação com $2,3 \text{ dS m}^{-1}$ e conservados com $50 \text{ g L}^{-1} \text{ NaCl}$: $50 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCl}_2$.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum var. cerasiforme*, manejo da irrigação, pós-colheita.

ASH AND PIGMENT CONTENT IN TOMATO FRUITS GROWN UNDER SALINE STRESS AND LACTIC CONSERVATION

ABSTRACT: Lactic conservation is an alternative to prolong the postharvest quality of tomato fruits, which may have their physicochemical properties negatively affected when produced under saline stress conditions, common in semi-arid regions. In view of the above, this study aimed to evaluate the chemical composition of cherry tomato fruits produced with saline water and subjected to lactic conservation, in the semi-arid region of Paraíba. The experiment was carried out in two stages, the first being under conditions of a 70% protected environment (fruit production) and the second in the laboratory (lactic conservation). The design used was completely randomized, in a 6×5 factorial scheme, referring to conservation by lactic fermentation with six mixtures of salts and irrigation with five electrical conductivities of water (0.3; 1.3; 2.3; 3.3 and 4.3 dS m^{-1}) with 3 repetitions. Cherry tomato fruits preserved with $100 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ and $50 \text{ g L}^{-1} \text{ NaCl}$: $50 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ had their carotenoid content reduced as a function of the increase in irrigation water salinity. The increase in saline levels caused decreases in the ash content of cherry tomato fruits preserved with $100 \text{ g L}^{-1} \text{ KCl}$ and $50 \text{ g L}^{-1} \text{ NaCl}$: $50 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCl}_2$. The total chlorophylls of cherry tomato fruits were higher when they received irrigation with 2.3 dS m^{-1} and preserved with $50 \text{ g L}^{-1} \text{ NaCl}$: $50 \text{ g L}^{-1} \text{ CaCl}_2$.

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum* L., irrigation management, post-harvest.

INTRODUÇÃO

O manejo da irrigação com águas salinas tem se tornado cada vez mais comum em regiões semiáridas do nordeste brasileiro, em decorrência das condições edafoclimáticas que favorecem um déficit hídrico anual, por causa das elevadas temperaturas e baixas precipitações anuais (Ramalho & Guerra, 2018). Dessa forma, a baixa disponibilidade hídrica limita a produção agrícola, que tem como alternativa águas salinas de poços cartesianos, presentes nas diversas propriedades rurais (Saraiva et al., 2020).

Dentre os efeitos causados nas plantas pela salinidade da água de irrigação, pode-se destacar o efeito osmótico, que retém a água no solo dificultando a sua absorção pelas raízes e o iônico caracterizado pela competição do Na^+ e Cl^- com nutrientes importantes para o desenvolvimento das plantas como K^+ e N , além da toxidez pelo acúmulo de cloro, sódio e boro nas células (Vieira et al., 2016). Tais efeitos desencadeiam diversos processos fisiológicos que comprometem a fotossíntese, acúmulo de nutrientes e, conseqüentemente, a qualidade dos frutos (Mguis et al., 2012).

As hortaliças são consideradas sensíveis a condições de salinidade e podem perder suas propriedades físico-químicas após a colheita, com maior intensidade, quando cultivadas nessas condições, por tanto torna-se necessário técnicas que proporcionem maior vida útil após a colheita (Cunha et al., 2018).

A conservação láctica de hortaliças é uma técnica que pode resultar na preservação dos alimentos por mais tempo após a sua colheita, pois as bactérias, fungos e leveduras alteram a estrutura dos alimentos ou proporciona a estes, características melhores gustativas, estendendo, inclusive, seu tempo de conservação (Soares et al., 2020).

Considerando o tomate cereja uma hortaliça de importância socioeconômica e a necessidade de estudos de técnicas que prolonguem as características físico-químicas desses frutos produzidos em condições de salinidade, objetivou-se avaliar o teor de cinzas e os pigmentos em frutos de tomate cereja produzidos com águas salinas e conservados em salmouras.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas, onde a primeira ocorreu em condições de sombreamento de 70% no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizada no município de Pombal, Paraíba, no período de outubro de 2020 a fevereiro de 2021. Já a segunda etapa foi desenvolvida em laboratório no Centro Vocacional Tecnológico (CVT) – UFCG, Pombal-PB. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5×6 , referentes à cinco condutividades elétricas da água – CEa (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m^{-1}) e seis misturas de sais para conservação por fermentação láctica contendo NaCl , CaCl_2 e KCl , com 3 repetições.

Na primeira etapa ocorreu à produção dos frutos de tomate cereja sob irrigação com diferentes níveis de águas salinas, onde foram semeadas três sementes da cultivar Tomate Cereja Vermelho em bandeja de polietileno e aos 18 dias após a semeadura (DAS), as plantas foram transplantadas para lisímetros de 20 L, os quais receberam 22 kg de um Neossolo Franco Arenoso, com espaçamento em fileira simples de 0,60 m entre fileiras e 0,40 m entre plantas.

O preparo das diferentes condutividades elétricas da água foi realizado conforme recomendação de Richards (1954) e aos 18 dias após o transplântio (DAT) iniciou-se a irrigação com diferentes níveis de salinidade. A adubação teve início aos 10 DAT conforme recomendação de Trani et al. (2015).

A colheita foi realizada aos 126 DAT, onde os frutos foram selecionados e submetidos a lavagem e sanitização por imersão em 100 ppm de NaClO , sendo armazenados em recipiente de vidro com tampa para conserva na proporção de 197 g de frutos e 197 mL de solução da formulação, permanecendo à temperatura de 25 °C até estabilização do pH (Goldoni et al., 2008). As formulações foram definidas conforme Bautista-Gallego et al. (2011): F1 - 100 g L^{-1} NaCl , F2 -100 g L^{-1} CaCl_2 , F3 – 100 g L^{-1} KCl , F4 - 50 g L^{-1} NaCl :50 g L^{-1} CaCl_2 , F5 - 50 g L^{-1} CaCl_2 :50 g L^{-1} KCl e F6 - 50 g L^{-1} NaCl :50 g L^{-1} KCl .

Após verificação de estabilidade do pH das conservas de tomate cereja, as amostras foram acondicionadas sob refrigeração para a realização das análises físico-químicas dos frutos fermentados,

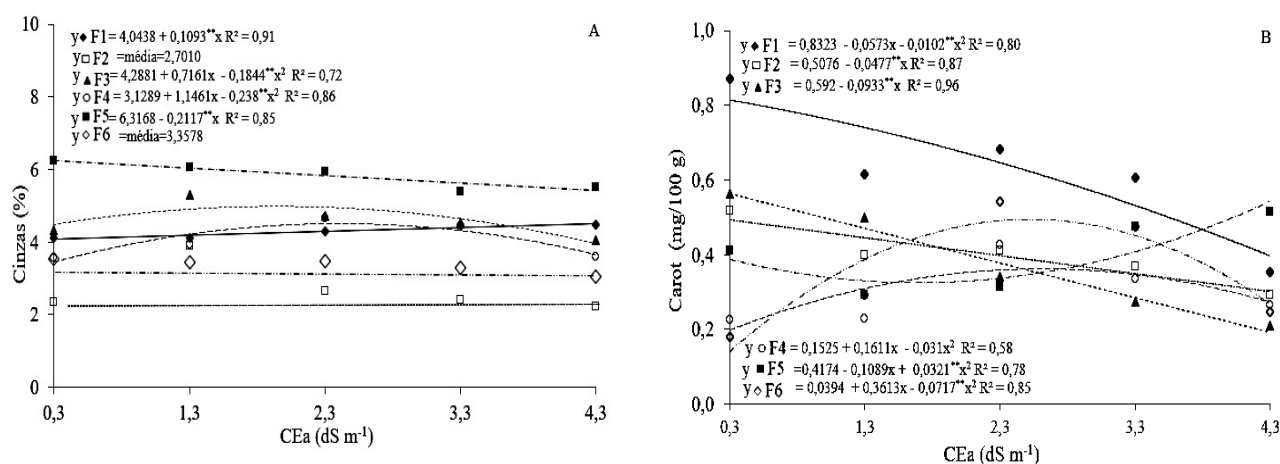
analisadas em triplicata as seguintes variáveis: O teor de cinzas (Cinzas%) determinado de acordo com técnica recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985), relação clorofilas a:b (Cl a/b), clorofilas totais (Clt) e carotenóides (Carot) de acordo com Lichtenthaler (1987).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para o fator salinidade da água de irrigação e o teste Scott-Knott para as formulações de conserva, utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu interação significativa entre fatores condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e formulações de salmouras para todas as variáveis estudadas.

Para o teor de cinzas dos frutos de tomate cereja nas formulações 3 e 4 observou-se ajuste para regressão quadrática com maiores valores na condutividade elétrica (CEa) de 2,3 dS m⁻¹ com teor de cinzas de 4,95 e 4,50%, respectivamente. Entretanto, nas formulações F1 e F5 observa-se reduções no teor de cinzas nos frutos de tomate cereja de 2,7 e 3,35% por aumento unitário da CEa, respectivamente (Figura 1A). De acordo com a Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO, 2011), o tomate cru com semente possui 0,5 g/100 g⁻¹ de cinzas, ou seja, 5% de cinzas, valor esse superior para a maioria das médias encontradas neste trabalho. Dessa forma, os frutos de tomate cereja que apresentaram teores de cinzas adequados foram conservados com F5, para todos os níveis salinos. Os altos teores de cinzas podem referenciar a riqueza de elementos minerais presentes nos tomates analisados e essas variações nos valores obtidos podem estar relacionadas com a espécie, manejo, plantio e processamento do alimento (Vieira et al., 2014).



Formulações de salmoura: F1 - 100 g L⁻¹ NaCl, F2 - 100 g L⁻¹ CaCl₂, F3 - 100 g L⁻¹ KCl, F4 - 50 g L⁻¹ NaCl:50 g L⁻¹ CaCl₂, F5 - 50 g L⁻¹ CaCl₂:50 g L⁻¹ KCl e F6 - 50 g L⁻¹ NaCl:50 g L⁻¹ KCl

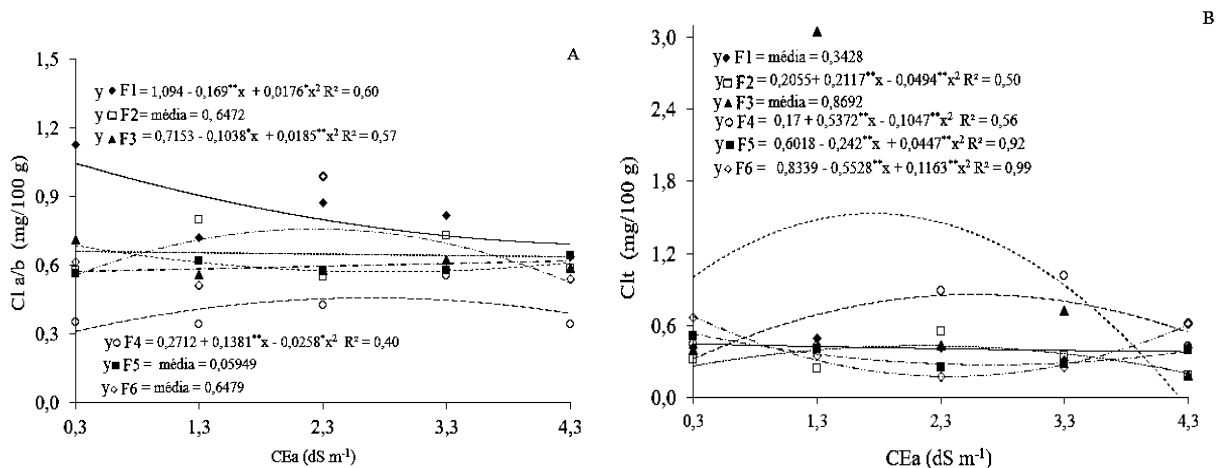
Médias com letras diferentes indicam que os tratamentos diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05)

Figura 1. Teor de cinzas – Cinzas (%) (A) e Carotenoides totais – Carot (B) dos frutos de tomate cereja em função da interação entre os diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e salmouras de fermentação láctica.

O teor de carotenoides (Carot) dos frutos de tomate cereja em função da interação entre os fatores (NS x F) constatam-se nas formulações F1, F4 e F6 maiores valores quando foram produzidos com CEa estimadas de 0,3; 2,6 e 2,5 dS m⁻¹ sendo obtidos teores de carotenoides de 0,8141; 0,3618 e 0,4910 mg/100 g, respectivamente, com reduções a partir desses níveis salinos. Os teores de carotenoides nas formulações F2 e F3 tiveram reduções de 9,39 e 15,76% por aumento unitário da CEa (Figura 1B). Essa redução de Carot em frutos de tomate cereja irrigados com água de maior salinidade pode estar associada a pouca disponibilidade de água para a planta causada pelas condições de estresse salino que acarretou em redução na atividade enzimática da protoclorofila redutase, inibindo a conversão dos respectivos precursores em pigmentos fotossintéticos, sendo essa redução apontada como a principal razão da menor produção de pigmentos, principalmente os carotenoides (Streit et al., 2005). Entretanto, ainda na Figura 1B, verifica-se na formulação de conservação láctica

F6 aumento do teor de carotenoides de 28,56% (0,155 mg/100 g) quando os frutos foram produzidos sob salinidade da água de 4,3 dS m⁻¹. Fato esse de grande importância devido às propriedades benéficas dos carotenoides, dentre elas, a atividade antioxidante e as propriedades nutritivas destes compostos (Macedo et al., 2017).

Conforme Figura 2A, os dados para relação clorofila a/b (Cl a/b) dos frutos de tomate cereja obteve ajuste quadrático, onde os que foram conservados com as formulações 1, 3 e 4 apresentaram maiores valores de Cl a/b quando irrigados com CEa de 0,3 (1,04); 0,3 (0,6855) e 2,3 dS m⁻¹ (0,4523 mg/100 g), respectivamente e os menores valores quando irrigados com 4,3 (0,6927) 3,3 (0,5742) e 0,3 dS m⁻¹ (0,3103 mg/100 g), respectivamente. As reduções observadas entre os maiores em menores médias de Cl a/b foram de 0,3473 (F1), 0,1113 (F3) e 0,142 mg/100 g (F4).



Formulações de salmoura: F1 - 100 g L⁻¹ NaCl, F2 - 100 g L⁻¹ CaCl₂, F3 - 100 g L⁻¹ KCl, F4 - 50 g L⁻¹ NaCl:50 g L⁻¹ CaCl₂, F5 - 50 g L⁻¹ CaCl₂:50 g L⁻¹ KCl e F6 - 50 g L⁻¹ NaCl:50 g L⁻¹ KCl

Médias com letras diferentes indicam que os tratamentos diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05)

Figura 2. Relação clorofilas a e b – Cl a/b (A) e Clorofilas totais – Clt (B) dos frutos de tomate cereja em função da interação entre os diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e salmouras de fermentação láctica.

Seguindo as mesmas tendências de Cl a/b, constatou-se que os teores de clorofilas totais (Clt) apresentaram comportamento quadrático (Figura 2B), com maiores valores encontrados quando irrigados com CEa de 2,3 (F2); 2,3 (F4); 0,3 (F5) e 0,3 dS m⁻¹ (F6), com valores de 0,4310; 0,8286; 0,5332; 0,6785 mg/100 g, respectivamente. Já os menores valores encontrados para esta variável ocorreram quando irrigados com CEa de 4,3 (0,2024) 0,3 (0,2987) 2,3 (0,2816) 2,3 (0,1776 mg/100 g) dS m⁻¹ quando conservados com as formulações 2, 4, 5 e 6, respectivamente. Quando se compara os maiores e menores valores de Clt encontrados em frutos observa-se reduções de 0,1986 (F2); 0,5299 (F4); 0,2345 (F5) e 0,4799 mg/100 g (F6). De acordo com Hameed et al. (2015) em condições de estresse salino as plantas de tomate sofrem superprodução de espécies reativas de oxigênio (ERO's) como peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e oxigênio singleto (¹O₂) causando a degradação da clorofila e peroxidação lipídica (Xavier et al., 2021).

CONCLUSÕES

O aumento dos níveis salinos ocasionou decréscimos no teor de cinzas dos frutos de tomate cereja conservados com 100 g L⁻¹ KCl e 50 g L⁻¹ NaCl:50 g L⁻¹ CaCl₂.

A formulação de salmouras contendo 50 g L⁻¹ CaCl₂:50 g L⁻¹ KCl resultou em frutos de tomate cereja com teores de cinzas dentro do padrão comercial em todas as condutividades elétricas da água de irrigação estudadas.

Os frutos de tomate cereja conservados com 100 g L⁻¹ CaCl₂ e 50 g L⁻¹ NaCl:50 g L⁻¹ CaCl₂ tiveram o teor de carotenoides reduzidos em função do aumento da salinidade da água de irrigação.

A irrigação com condutividade elétrica da água de 0,3 dS m⁻¹ e conservação com salmoura contendo 100 g L⁻¹ NaCl proporcionaram maiores valores para a relação clorofilas a:b em frutos de tomate cereja.

As clorofilas totais dos frutos de tomate cereja foram superiores quando receberam irrigação com 2,3 dS m⁻¹ e conservados com 50 g L⁻¹ NaCl:50 g L⁻¹ CaCl₂.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Bautista-Gallego, J.; López-López, A.; Garrido Fernández, A. Effect of chloride salt mixtures on selected attributes and mineral content of fermented cracked aloreña. *LWT - Food Science and Technology*, v.44, n.1, p.120-129, 2011.
- Cunha, A. H. N.; Moura, T. R.; Ferreira, R. B.; Gomes, F. P. Caracterização físico-química de tomate Santa Cruz irrigado com água residuária e produzido com vermicomposto. *Global Science and Technology*, v.11, n.2, p.12-22, 2018.
- Goldoni, C. L. (2007). Aperfeiçoamento do processo de fermentação láctica em diferentes hortaliças. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil.
- Ferreira, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista brasileira de biometria*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- Hameed, A.; Gulzar, S.; Aziz, I.; Hussain, T.; Gul, B.; Khan, M. A. Effects of salinity and ascorbic acid on growth, water status and antioxidant system in a perennial halophyte. *AoB Plants*, v.7, n.4, p.1-11, 2015.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. v. 1. 533p.
- Lichtenthaler, H. K. Chlorophylls and carotenoids: photosynthetic biomembrane pigments. *Methods in enzymology*, v.148, p.350-382, 1987.
- Macedo, I. Y. L.; Garcia, L. F.; Oliveira Neto, J. R.; Leite, K. C. de S.; Ferreira, V. S.; Ghedini, P. C.; Gil, E. de S. Electroanalytical tools for antioxidant evaluation of red fruits dry extracts. *Food Chemistry*, v.217, s/n, p.326-331, 2017.
- Mguis, K.; Albouchi, A.; Khadhri, A.; Abassi, M.; Yakoubi-Tej, M.; Mahjoub, A.; Ouerghi, Z.; Brahim, N. B. Adjustments in leaf water relations of wild wheat relative *Aegilops geniculata* Roth. and wheat (*Triticum durum* Desf.) plants grown in a salinity gradient. *Australian Journal of Crop Science*, v.6, p.768-776, 2012.
- Ramalho, M. F. D. J. L.; Guerra, A. J. T. O risco climático da seca no semiárido brasileiro. *Territorium*, v.25, v.1, p.61-74, 2018.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agricultural Hand-book 60. Washington: U. S: Department of Agriculture, 1954. 160p.
- Saraiva, S. M., Fraga, V. da S.; Araújo Filho, J. C. de; Santos, R. F. dos; Felix, E.; Carneiro, K. A. A. Mineralogia de Luvisolos formados sob gradiente pluviométrico no semiárido Paraibano. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v.3, n.4, p.4416-4433, 2020.
- Soares, L. A. dos A.; Silva, R. G. da; Lima, G. S. de; Sales, G. N. B., Costa, F. B. da, Neta, A. M. de S. S.; Gomes, J. P. Preservation by lactic fermentation and physicochemical characterization of okra produced underwater salinity and potassium fertilization. *Semina: Ciências Agrárias*, v.41, n.6, p.2495-2508, 2020.
- Streit, N. M.; Canterle, L. P.; Canto, M. W. D.; Hecktheuer, L. H. H. As clorofilas. *Ciência Rural*, v.35, n.3, p.748-755, 2005.
- TACO, Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. NEPA –UNICAMP, Campinas, ed. 4, rev. e ampl. - Campinas: NEPA UNICAMP, 2011. 161p.
- Trani, P. E.; Kariya, E. A.; Hanai, S. M.; Anbo, R. H.; Basseto Júnior, O. B.; Purquerio, L. F. V.; Trani, A. L. Calagem e adubação do tomate de mesa. Campinas: Instituto Agrônomo, Boletim técnico IAC, 2015, 35p.
- Vieira, I. G.; Nobre, R. G.; Dias, A. S.; Pinheiro, F. W. Cultivation of cherry tomato under irrigation with saline water and nitrogen fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.20, n.1, p.55-61, 2016.

- Vieira, D. A. de P.; Cardoso, K. C. R.; Dourado, K. K. F.; Caliari, M.; Soares Júnior, M. S. S. Qualidade física e química de mini-tomates Sweet Grape produzidos em cultivo orgânico e convencional. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.9, n.4, p.100-108, 2014.
- Xavier, J. de F.; Azevedo, C. A. V. de; Azevedo, M. R. D. Q. A.; Sales, J. C. R. de; Fernandes, J. D.; Corrêa, E. B. Ácido ascórbico e pigmentos fotossintéticos na alface crespa cultivada em sistema hidropônico com soluções salinas. Research, Society and Development, v.10, n.3, e.10510313011, 2021.