

OZÔNIO COMO AGENTE SANITIZANTE EM PÓS-COLHEITA DE TOMATE

DANILO CESAR SANTI¹, RENI SAATH², GUSTAVO SOARES WENNECK³, JOSÉLIA PORTILHO DOS SANTOS⁴, CAMILA DE SOUSA VOLPATO⁵, NATHÁLIA DE OLIVEIRA SÁ⁶

¹ Eng. Agrônomo, mestrando em agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, BR, danilosantiagro@gmail.com

² Eng.^a Agrícola, Professora Dr.^a, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, BR, (44) 3011-5428, rsaath@uem.br

³ Eng. Agrônomo, mestrando em agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, BR, gustavowenneck@gmail.com

⁴ Discente de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, BR, ra106907@hotmail.com

⁵ Eng.^a Agrônoma, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR, BR, e-mail: camila16volpato@gmail.com

⁶ Discente de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá/PR - BR, ra108465@uem.br

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: O estudo teve como objetivo determinar o tempo de contato da água ozonizada na sanitização do tomate. Tomates classificados pelo tamanho, grau de maturação e integridade física foram divididos em lotes e lavados em diferentes soluções na proporção 1:2 (massa de fruta: volume de solução sanitizante): tratamento (T₀): higienização dos frutos por imersão em água destilada por 15 min (controle); tratamento (T₁): sanitização por imersão em água clorada (100 µg mL⁻¹ 15 min⁻¹); e sanitização em água ozonizada nas concentrações (µg mL⁻¹): T₂ (0,25); T₃ (0,50); T₄ (0,75); T₄ (1,00) e T₅ (1,25) com imersão dos frutos por 1; 5 e 7 min. (µg mL⁻¹). Para determinação da concentração e tempo de contato foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 5x4 (5 concentrações x 4 tempos de contato), com três repetições. Após ozonização e retirado o excesso de água por centrifugação manual (min⁻¹), os tomates acondicionados em embalagens de polipropileno e mantidos em ambiente controlado (25°C e 70% UR) por 24h, no laboratório da empresa cujo equipamento foi testado, quando realizou-se análises microbiológicas e avaliação visual dos frutos. A utilização da menor concentração de ozônio aliado ao menor tempo de contato com o produto em água ozonizada (0,5 µg mL⁻¹ min⁻¹) pode ser indicada como sanitizante na higienização de tomate cereja; a ozonização em água pode tornar-se um método promissor no controle de microrganismos e na manutenção da qualidade pós-colheita de tomates. A sanitização com água ozonizada na concentração de 10 µg mL⁻¹ e tempo de contato de 10 minutos causou lesões nos frutos de tomate.

PALAVRAS-CHAVE: Armazenamento; Perdas qualitativas e quantitativas; Tecnologia alternativa.

OZÔNIO AS A SANITIZING AGENT IN TOMATO POST-HARVEST

ABSTRACT: The study aimed to determine the contact time of ozonized water in the cleaning of tomatoes. Tomatoes classified by size, degree of ripeness and physical integrity were divided into batches and washed in different solutions in the proportion 1: 2 (fruit mass: volume of sanitizing solution): treatment (T₀): cleaning of the fruits by immersion in distilled water by 15 min (control); treatment (T₁): cleaning by immersion in chlorinated water (100 µg mL⁻¹ 15 min⁻¹); and cleaning in ozonated water in applications (µg mL⁻¹): T₂ (0.25); T₃ (0.50); T₄ (0.75); T₄ (1.00) and T₅ (1.25) with fruit immersion for 1; 5 and 7 min. (µg mL⁻¹). To determine the concentration and contact time, it was not conducted in a randomized design, in

a 5x5 factor (5 seconds x 4 contact times), with three repetitions. After ozonation and removal or excess of water by manual centrifugation (min^{-1}), tomatoes packed in polypropylene packaging and kept in a controlled environment (25°C and 70% RH) for 24 hours, no company laboratory whose product was tested, when performing microbiological analysis and visual evaluation of fruits. The use of the lowest concentration of ozone combined with the shortest time of contact with the product in ozonized water ($0.5\ \mu\text{g mL}^{-1}\ \text{min}^{-1}$) can be indicated as hygiene in the cleaning of cherry tomatoes; ozonation in water can become a promising method without controlling microorganisms and maintaining the post-harvest quality of tomatoes. Cleaning with ozonized water at a concentration of $10\ \mu\text{g mL}^{-1}$ and a contact time of 10 minutes causes damage to the tomato fruits.

KEYWORDS: Storage; Qualitative and quantitative losses; Alternative technology.

INTRODUÇÃO: As condições higiênico-sanitárias das frutas e hortaliças associam-se às técnicas de sanitização durante a colheita e aos métodos de estocagem. Boas práticas durante as fases de colheita, pós-colheita, armazenamento, transporte, comercialização e distribuição (FREITAS-SILVA et al., 2013), fomenta minimizar contaminação microbiológica mantendo-as conservadas para um tempo maior de consumo (CENCI, 2006). Cobranças por produtos mais seguros e com menor impacto ao meio ambiente e à saúde humana (BEIRÃO-DA-COSTA et al., 2014), aliado à baixa eficiência microbiológica da sanitização e à potencial toxicidade dos subprodutos da cloração (Silva et al., 2011), tem intensificado pesquisas por sanitizantes alternativos ao tratamento à base de cloro (COELHO et al., 2015). Na sanitização de equipamentos e matérias-primas a eficácia do ozônio na inativação de microrganismos patogênicos foi superior à higienização de cloro (COELHO et al., 2015), atribuída ao potencial de oxidação do ozônio de 2,07 V (GREENE et al., 2012), cuja ação sanitizante ocorre em menor tempo de contato e concentração (SILVA et al., 2011) à ação do hipoclorito e cloro (CHIATTONE et al., 2008). Porém, a sanitização de hortícolas utilizando ozônio (forma gasosa) não tem indicações quanto às concentrações e o tempo de contato com o produto. Este estudo teve como objetivo a determinação da concentração de ozônio e o tempo de imersão em água ozonizada para a higienização de tomate.

MATERIAL E MÉTODOS: As atividades de sanitização em diferentes condições e combinações de água ozonizada foram realizadas junto a um produtor de hortaliças, cujo processo obteve o gás ozônio por meio de um gerador de ozônio (teste) acoplado ao concentrador de oxigênio, utilizando como insumo O_2 (90% pureza isento de umidade). Na calibração a concentração O_3 gasoso (ppm), tempo de produção de O_3 (min) e a concentração de O_3 na água (ppm) foram obtidos por meio de testes conduzidos conforme a metodologia descrita por Fagundes (2013). Tomates classificados pelo tamanho, grau de maturação e integridade física foram divididos em lotes e lavados em diferentes soluções na proporção 1:2 (massa de fruta: volume de solução sanitizante): tratamento (T_0): higienização dos frutos por imersão em água destilada por 15 min (controle); tratamento (T_1): sanitização por imersão em água clorada ($100\ \mu\text{g mL}^{-1}\ 15\ \text{min}^{-1}$); e sanitização em água ozonizada nas concentrações ($\mu\text{g mL}^{-1}$): T_2 (0,25); T_3 (0,50); T_4 (0,75); T_4 (1,00) e T_5 (1,25) com imersão dos frutos por 1; 5 e 7 min. ($\mu\text{g mL}^{-1}$). O planejamento experimental para determinação da concentração e tempo de contato foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 5x4 (5 concentrações x 4 tempos de contato), com três repetições. Após ozonização e retirado o excesso de água por centrifugação manual (min^{-1}), os tomates acondicionado em embalagens de polipropileno e mantidos em ambiente controlado (25°C e 70% UR) por 24h, no laboratório da empresa cujo equipamento foi testado, quando realizou-se análises microbiológicas (APHA, 2001) e de parâmetros qualitativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Nas condições do equipamento após sua calibração para um volume de água de 20 L, a concentração O₃ gasoso de 30 ppm com um tempo de produção de O₃ de 4 min manteve uma concentração de ozônio (O₃) em água de 0,95 ±0,05 ppm.

Nos resultados (Tabela 1) das contagens microbianas de amostras de tomate cereja 24 h após sanitização por imersão em água ozonizada, verificou-se ausência significativas de coliformes a 35°C e 45°C (NMP/g), *Escherichia coli* (NMP/g), *Listeria* e *Salmonella* em 25 g. Observando os valores contabilizados para bolores, leveduras e contagem de psicotrófilos, embora houvesse pequena diferença entre os ensaios realizados, todos apresentaram boa inativação dos microrganismos testados. Estes resultados estão de acordo com os critérios estabelecidos pela legislação brasileira, para presença de microrganismos em produtos vegetais.

Tabela 1 Resultado do processo de sanitização de tomate por imersão em água ozonizada em diferentes concentrações de ozônio em água e tempo de contato

Concentração de Ozônio (ppm)	Contato (min)	Bolores / Leveduras (UFC/g)	Contagem de psicotrófilos a 22°C (UFC/g)
0,25	1	4 x 10 ²	1,6 x 10 ²
0,5	1	1,1 x 10 ²	1,0 x 10 ²
0,75	1	1,0 x 10 ²	1,4 x 10 ²
1,00	1	2,4 x 10 ²	
1,25	1	2,9 x 10 ²	> 2,7 x 10 ²
0,25	5 / 7 / 10	> 4 x 10 ²	> 3,7 x 10 ²
0,5	5 / 7 / 10	> 6,7 x 10 ²	> 3,9 x 10 ²
0,75	5 / 7 / 10	> 6,4 x 10 ²	> 4,7 x 10 ²
1,00	5 / 7 / 10	> 7,7 x 10 ²	> 4,5 x 10 ²
1,25	5 / 7 / 10	> 8,7 x 10 ²	> 4,7 x 10 ²

Os resultados obtidos para as amostras higienizadas com hipoclorito de sódio foram semelhantes aos encontrados para amostras tratadas com ozônio. Ambos os tratamentos reduziram a contagem microbiana quando comparados com o controle. Considerando a redução do crescimento microbiano na higienização de tomate cereja recomenda-se tratamentos com menor concentração de ozônio (0,5 µg mL⁻¹) e menor tempo de contato do produto com a água ozonizada (1 min).

Nos testes com água ozonizada em diferentes condições e combinações, os resultados mostraram que o tomate tratado com água ozonizada nas concentrações 0,75; 1,00 e 1,50 µg mL⁻¹ testadas com tempo de contato de superior a 1 minuto foram prejudiciais a qualidade visual dos frutos, por sua vez, na concentração de 0,25 e 0,5 µg mL⁻¹ a imersão por 10 minutos não deixou sinais negativos na aparência dos tomates, mas a concentração de 0,25 µg mL⁻¹ min⁻¹ não foi eficiente para eliminação de *Salmonella*.

A maior redução microbiológica, sem alterar os atributos qualitativos do tomate, ocorreu no tratamento com concentração de 0,5 µg mL⁻¹ utilizando um tempo de imersão de 1 minuto, indicando que imersão dos frutos de tomate em água ozonizada (0,5 µg mL⁻¹ min⁻¹) mostrou ser o processo mais eficiente à sanitização.

CONCLUSÕES:

A utilização da menor concentração de ozônio aliado ao menor tempo de contato com o produto em água ozonizada (0,5 µg mL⁻¹ min⁻¹) pode ser indicada como sanitizante na higienização de tomate cereja;

A ozonização em água pode tornar-se um método promissor no controle de microrganismos e na manutenção da qualidade pós-colheita de tomates.

A sanitização com água ozonizada na concentração de $10 \mu\text{g mL}^{-1}$ e tempo de contato de 10 minutos causou lesões nos frutos de tomate.

AGRADECIMENTOS: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), financiamento código 001; à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pela estrutura.

REFERÊNCIAS:

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington, DC, 2001. 676 p.

CAVALCANTE, D. A.; LEITE JÚNIOR, B. R. C.; TRIBST, A. A. L.; CRISTIANINI, M. Vida de prateleira de alface americana tratada com água ozonizada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.11, p.2089-2096, 2015.

CENCI, S. A. **Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar**. In: NASCIMENTO NETO, F. (Org.). **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. 1ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, cap. 3, p. 67-80.

CHIATTONE, P.V.; TORRES, L.M.; ZAMBIAZI, R.C. Aplicação do ozônio na indústria de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v.19, n.3, p. 341-349, jul./set. 2008.

COELHO, C. C. S.; FREITAS-SILVA, O.; CAMPOS, R. S.; BEZERRA, V. S.; CABRAL, L. M. C. 5Ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de frutas e hortaliças: Uma revisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.4, p.369–375, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p369-375>

FREITAS-SILVA, O.; SOUZA, A. M.; OLIVEIRA, E. M. M. **Potencial da ozonização no controle de fitopatógenos em pós-colheita**. In: Luz, W. C. da. (org.). **Revisão anual de patologia de plantas**. 1ª ed. Passo Fundo: Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, v.21, p.96-130. 2013.

GREENE, A. K.; GUZEL-SEYDIM, Z. B.; SEYDIM, A. C. **Chemical and physical properties of ozone**. In: **Ozone in food processing**, 1st. Ed. Edited by O'DONNELL, C.; 65 TIWARI, B. K.; CULLEN, P. J.; RICE, R. G. Blackwell Publishing, 2012. Cap. 3. p. 19-32.

SILVA, S.B.; LUVIELMO, M.M.; GEYER, M.C. PRÁ, I. Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p.659-682, abr/jun. 2011