

OSONIZAÇÃO COMO TECNOLOGIA À SANITIZAÇÃO E NA CONSERVAÇÃO DE TOMATES PÓS-COLHEITA

Danilo César Santi (PIC), Reni Saath (Orientador), Roberto Rezende, Gustavo Soares Wenneck, Bruna Thaís de Moraes Pereira, Camila de Souza Volpato, Silvia Maraya Ferreira, e-mail: rsaath@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá/Centro de Ciências Agrárias/Maringá-PR.

Ciências Agrárias / Engenharia Agrícola

Palavras-chave: Microrganismos, *Solanum lycopersicum*, toxicidade.

Resumo: O estudo teve como objetivo avaliar o efeito do ozônio dissolvido na água sobre microrganismos e possíveis efeitos na qualidade físico-química do tomate pós-colheita. O experimento conduzido em duas etapas junto a um produtor de tomate, a primeira visou definir concentração e tempo de contato com água ozonizada. Na etapa dois, frutos de tomate no estágio de maturação verde, uniformes e sem danos físicos divididos em lotes, cada com 20 unidades, tratados em água à base de ozônio e de cloro, cujos tratamentos foram: T₁ - imersão em água clorada ($100 \mu\text{g mL}^{-1}$ 15 min^{-1}); T₂ - imersão dos frutos em água ozonizada ($0,5 \mu\text{g mL}^{-1} \text{ min}^{-1}$); T₃ - imersão dos frutos em água destilada por 15 min (controle) foram mantidos em ambiente não controlado, para observar, a cada de três dias, alterações na qualidade física, química e microbiológica, até o dia 30 de armazenamento. A água ozonizada ($0,5 \mu\text{g mL}^{-1} \text{ min}^{-1}$) foi eficiente no controle de microrganismos; em relação à qualidade pós-colheita o ozônio em água na sanitização dos frutos contribuiu para elevar a vida-de-prateleira do tomate a fim de manter frutos por mais tempo e em níveis satisfatórios de qualidade.

Introdução

As boas práticas agrícolas são indispensáveis para a obtenção de uma matéria-prima de qualidade, seja do ponto de vista das contaminações por produtos químicos como de natureza microbiológica. Pós-colheita microrganismos patogênicos podem ocorrer, de forma cruzada entre operadores, equipamentos e transporte, atingindo níveis que desabilitam a comercialização do vegetal. O estágio de maturidade do vegetal reflete na qualidade do produto final e condições higiênico-sanitárias das frutas e hortaliças associam-se às técnicas de sanitização durante a colheita e aos métodos de estocagem. Devido a sua natureza, frutas e hortaliças têm sua vida útil reduzida pelo processo da lavagem e desinfecção, cuja eficiência do agente antimicrobiano depende do seu estado químico e físico, das condições do tratamento, da resistência do patógeno e da natureza da superfície da fruta/hortaliça. Nas operações de lavagem água clorada em concentração acima da permitida pode danificar os equipamentos, afetar a

qualidade do produto, ser prejudicial à saúde do trabalhador e representar um perigo a saúde do consumidor (CENCI, 2006). Nesse critério, e aliado à sua eficácia em baixas concentrações, menor tempo de contato e sua decomposição em produtos não tóxicos, a potencial utilização de ozônio (forma gasosa) na sanitização surgiu como interesse alternativo ao tradicional tratamento à base de cloro (COELHO et al., 2015). Letal em altas concentrações (CHIATTONE; TORRES; ZAMBIAZI, 2008), para a exposição humana ao ozônio, os órgãos regulamentadores estabeleceram os limites de referência (FREITAS-SILVA; SOUZA; OLIVEIRA, 2013). No entanto, para processamento de vegetais, condições de tratamento, concentração de ozônio ideal e tempo de contato devem ser definidos para cada produto (COELHO et al., 2015). O presente estudo teve como objetivo caracterizar o efeito do gás ozônio dissolvido na água sobre microrganismos deteriorantes e patogênicos e possíveis efeitos na qualidade do tomate pós-colheita.

Materiais e métodos

Para caracterização da eficiência do ozônio na sanitização, conduziu-se ensaios com frutos de tomate colhidos no estágio de maturação verde para avaliar o efeito da ozonização sobre microrganismos e a qualidade físico-química do tomate. No experimento I 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). Nos tratamentos utilizaram-se aplicações em água ($\mu g mL^{-1}$) de 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 e 1,50 e contato com água ozonizada por 1; 5 e 10 min, sendo após ozonização, 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. Medição do ozônio dissolvido na água em fotômetro (0,01 a 5,0 $\mu g mL^{-1}$). A partir dos resultados obtido na primeira etapa, no experimento II frutos de tomate no estágio de maturação verde, uniformes e sem danos físicos divididos em lotes, cada com 20 unidades, foram sanitização em água à base de ozônio e de cloro, cujos tratamentos foram: T_1 - imersão dos frutos em água destilada por 15 min (controle); T_2 - imersão dos frutos em água ozonizada (0,5 $\mu g mL^{-1} min^{-1}$); T_3 - imersão em água clorada (100 $\mu g mL^{-1} 15 min^{-1}$). Após higienização, conduzidos ao laboratório, os tomates foram distribuídos sobre bancada e secas ao ar à temperatura ambiente, avaliando-se sua integridade e sanidade no tempo zero; da sanitização até o dia 30 de armazenamento, a cada de três dias, analisados quanto a atributos físicos (cor, textura e perda de massa), atributos químicos (pH, SST, sabor), microrganismos e senescência ao final do experimento. No diagnóstico visual, à coloração, o índice de comercialização aplica aos frutos: (1) verde, (2) salada, (3) colorido, (4) vermelho e (5) molho (CEAGESPE, 2015). A perda de massa fresca estimada, em porcentagem (%), pela diferença da massa registrada

nos diferentes dias durante de armazenamento. Sólidos solúveis totais determinados no refratômetro digital AOAC (2002), acidez titulável (BRASIL, 2008) e o valor do *Ratio* da relação SST/ATT. Manchas por fungos e danos físicos pela perda de massa relacionados às injúrias.

Resultados e discussões

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 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 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 $\mu\text{g mL}^{-1}$ a imersão por 10 minutos não deixou sinais negativos na aparência dos tomates, mas a concentração de 0,25 $\mu\text{g mL}^{-1} \text{ min}^{-1}$ 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 $\mu\text{g mL}^{-1}$ utilizando um tempo de imersão de 1 minuto, indicando que imersão dos frutos de tomate em água ozonizada (0,5 $\mu\text{g mL}^{-1} \text{ min}^{-1}$) mostrou ser o processo mais eficiente à sanitização. Resultados preliminares no processo de sanitização do tomate mostraram que o ozônio, assim como o cloro, foi eficaz na eliminação de microrganismos. Sabe-se que com a perda de massa fresca à comercialização, o comerciante obriga-se a vender um volume de tomate maior para atingir o peso adquirido junto ao produtor, porém, a coloração do tomate influencia na preferência dos consumidores. O uso do ozônio sugere reduzir a produção de etileno, notado pela coloração, observações não identificaram diferença de cor entre os tomates até o tempo três (Figura 1a); comparado à sanitização em água clorada e a higienização em água a partir do 18º a ozonização inibiu o grau de maturação nos frutos. Quanto a redução de massa, frutos tratados com ozônio apresentaram menos perda de massa (Figura 1b), menor porcentagem de injúrias causada por fungos e maior retardo no apodrecimento, mas pouca diferença quanto ao nível de maturação, comparados aos tomates dos demais tratamentos.

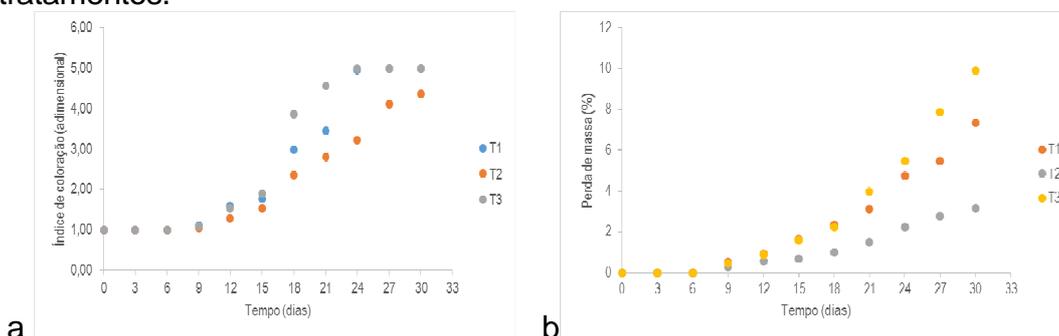


FIGURA 1 Valores médios de parâmetros físicos dos frutos de tomate tratados em água à base de ozônio e de cloro armazenados a temperatura ambiente por 30 dias: a) índice de coloração; b) perda de massa.

No tempo 10, final do armazenamento, das amostras imersas em água à base de ozônio 20% dos frutos apresentaram algum tipo de injúria, ao passo que 42% dos tomates tratados em água clorada e 80% dos frutos não tratados

apresentavam-se com algum tipo de injúria. Considerando o aspecto murcho como um indício de que a senescência se iniciou nos frutos de tomate, indicando alteração saboroso, logo, aqueles que apresentaram esta característica são descartados pelos consumidores. Os resultados obtidos mostraram o estágio de deterioração dos frutos provenientes da higienização em água esterilizada se iniciou aos 21 dias e da sanitização em água clorada aos 30 dias. No mesmo período, tratados em água à base de ozônio, constatou-se pequenas alterações na textura dos frutos, e aos 40 dias alteração na coloração e pontos escuros sugerem elevação metabólica, mudanças indesejáveis na aparência e nas propriedades sensoriais dos frutos, cuja conjugação entre aparência, cor e firmeza mostra, conforme Cenci (2006), o início de sua degradação. Ainda, na comparação entre amostras o tratamento com ozônio inibiu processos químicos que alteram pH, acidez e sólidos solúveis nos frutos de tomate pós-colheita.

Conclusão

- A água ozonizada ($0,5 \mu\text{g mL}^{-1} \text{min}^{-1}$) foi capaz de retardar a perda de massa fresca, manter os níveis de pH, relação SST/ATT e variáveis referentes à cor;
- A ozonização em água pode tornar-se um método promissor no controle de microrganismos e na manutenção da qualidade pós-colheita de tomates

Agradecimentos ao Produtor e à Empresa fornecedores da matéria-prima.

Referências

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 17ª ed. Arlington: 2000p. 2002.

BRASIL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. (Cord.) ZENEON, O; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P.

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. Application of ozone in industry of food. **Alimentos e Nutrição**, v.19, p.341-349, 2008.

COELHO, C. C. S.; FREITAS-SILVA, O.; CAMPOS, R. S.; BEZERRA, V. S.; CABRAL, L. M. C. Ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de frutas e hortaliças: Uma revisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande/PB, v.19, n.4, p.369-375, 2015.

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.

CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo. **Classificação de tomate**. SECQH, 2p, 2015. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/tomate.pdf>