



## Incidência de podridão em tomate Saladete revestido com cobertura comestível ativa

### *Incidence of rot in tomato Saladete coated active edible coating*

Émerson Wendes Santos Paraguassú<sup>1</sup>, Jaqueline Pastro<sup>2</sup>, Cláudia Moreira Santa Catharina Weis<sup>3</sup>, Edilaine Mauricia Gelinski Grabicoski<sup>4</sup>, Alessandra Machado-Lunkes<sup>5</sup>

#### RESUMO

O propósito deste estudo consistiu na determinação da incidência de podridão em tomates Saladete, os quais foram submetidos a um revestimento comestível incorporado com carvacrol em diferentes concentrações, durante o período de armazenamento pós-colheita. Os resultados revelaram que os tratamentos com concentrações mais elevadas de carvacrol, como o tratamento E (0,3 mg de carvacrol.g-1 de revestimento), aparentemente foram mais eficazes na contenção do surgimento de doença, enquanto o revestimento sem de carvacrol (B; 0,0 mg de carvacrol.g-1 de revestimento), mostrou a maior suscetibilidade à doença fúngica. Estes resultados comprovam o alto poder antifúngico do carvacrol e demonstram que possivelmente o amido presente na formulação filmogênica pode atuar como nutriente para o desenvolvimento de microrganismos. A pesquisa conduzida permitiu chegar à conclusão de que a utilização de revestimentos ativos contendo carvacrol representa uma estratégia promissora para a preservação da qualidade pós-colheita de tomates Saladete, bem como de outros produtos perecíveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Antimicrobianos naturais; Biopolímeros; Conservação; Perdas pós-colheita; revestimento ativo.

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the incidence of rot in Saladete tomatoes, which were subjected to an edible coating incorporated with carvacrol in different concentrations, during the post-harvest storage period. The results revealed that treatments with higher concentrations of carvacrol, such as treatment E (0.3 mg of carvacrol. g-1 coating), were apparently more effective in containing the onset of disease, while the coating without carvacrol (B; 0.0 mg of carvacrol. g-1 of coating), showed the highest susceptibility to fungal disease. These results prove the high antifungal power of carvacrol and demonstrate that possibly the starch present in the filmogenic formulation can act as a nutrient for the development of microorganisms. The research conducted allowed us to reach the conclusion that the use of active coatings containing carvacrol represents a promising strategy for the preservation of the post-harvest quality of Saladete tomatoes, as well as other perishable products.

**KEYWORDS:** Natural antimicrobials; Biopolymers; Conservation; Postharvest losses; active coating.

## INTRODUÇÃO

<sup>1</sup> Bolsista voluntário do Departamento de Ciências Agrárias. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. [emersonp@alunos.utfpr.edu.br](mailto:emersonp@alunos.utfpr.edu.br). <http://lattes.cnpq.br/2209516766574417>.

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Agrárias. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. [jaquelinepastro@alunos.utfpr.edu.br](mailto:jaquelinepastro@alunos.utfpr.edu.br). <http://lattes.cnpq.br/9451069030536074>.

<sup>3</sup> Mestrado em andamento em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, Santa Catarina, Brasil. [engalimclaudiaweis@gmail.com](mailto:engalimclaudiaweis@gmail.com). <http://lattes.cnpq.br/2081814066912301>.

<sup>4</sup> Docente do Departamento de Ciências Agrárias. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. [edilainem@utfpr.edu.br](mailto:edilainem@utfpr.edu.br). <http://lattes.cnpq.br/7590162093565143>.

<sup>5</sup> Docente do Programa de Pós-graduação Multicampi em Tecnologia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. [amachado@utfpr.edu.br](mailto:amachado@utfpr.edu.br). <http://lattes.cnpq.br/9970617360931344>.



Nas últimas décadas o Brasil foi destaque ocupando o lugar de 3º maior produtor de frutas, com uma produção de 45 milhões de toneladas, sendo um dos principais produtores de hortaliças com uma produção anual superior a 18 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2015; IBGE 2013). Todavia, as perdas pós-colheita, superam 40% da produção, sendo a deterioração por fungos uma das principais causas destas perdas (ALKAN; FORTES, 2015, BAUTISTA-BAÑOS et al., 2013 ; GUSTAVASSON et al., 2011).

Uma alternativa para a preservação dos alimentos no período de pós-colheita, mantendo frescor, qualidade sensorial e evitando deterioração é a aplicação de filmes comestíveis (OLIVAS, BARBOSA-CÁNOVAS, 2014). Esses filmes podem ser usados em associação a outra forma bastante estudada para reduzir a incidência de doenças em frutas, que é o uso de antimicrobianos naturais (BRETSCHNEIDER *et al.*, 2019; CHENG *et al.*, 2022; DINH *et al.*, 2023; KAUR *et al.*, 2023).

O carvacrol é um antimicrobiano natural que já mostrou resultados promissores frente a fungos como, *Colletotrichum* sp, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus ochraceus*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium spp*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium chrysogenum*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizopus oryzae* (ABBASZADEH *et al.*, 2014; BRETSCHNEIDER *et al.*, 2019). Inclusive, em trabalho anterior do grupo de pesquisa, foi avaliado o controle no aparecimento de podridão negra, causada por *Alternaria alternata* em tomates Cereja, a partir da aplicação de revestimento comestível incorporado com carvacrol (CATHARINA *et al.*, 2019).

Considerando que o tomate Saladete é um fruto comumente perdido em gôndolas de supermercado em função do aparecimento de doenças fúngicas, o objetivo deste trabalho foi determinar a incidência de podridão em tomates Saladete revestidos com cobertura comestível incorporada com carvacrol.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os tomates Saladete orgânicos provenientes do município de Francisco Beltrão, cultivados por produtor local, foram selecionados e sanitizados de acordo com o procedimento descrito por Bretschneider *et al.* (2019).

A solução filmogênica a base de amido (ACS), gelatina (GEL) e carvacrol (CA) da marca (Sigma-Aldrich, Estados Unidos) foi preparada de acordo com Romio *et al.* (2017), e o revestimento dos tomates seguiu o protocolo de Bretschneider *et al.* (2019). Foram implementados três tratamentos, cada um com diferentes concentrações de carvacrol em sua composição: 0,0 mg de carvacrol.g-1 de revestimento (Tratamento B); 0,15 mg de carvacrol.g-1 de revestimento (Tratamento D); e 0,3 mg de carvacrol.g-1 de revestimento (Tratamento E). Os tomates sem revestimento foram utilizados como controle (Tratamento C). Cada tratamento consistiu em três réplicas, cada uma contendo 3 frutos. O controle e os tomates revestidos foram colocados em bandejas de polipropileno. As bandejas foram armazenadas sob temperatura controlada ( $18 \pm 2$  °C) e umidade ( $67 \pm 9\%$ ).

O efeito dos revestimentos comestíveis na incidência de doenças fúngicas foi avaliado em diferentes tempos, sendo 2, 4, 8, 12, 16 e 20 dias após a aplicação do revestimento ativo. Os dados de incidência da doença (podridão) foram expressos como a porcentagem de frutos apresentando sintomas de podridão do total de frutos em cada tratamento.

Com vistas a investigar a inocuidade dos materiais de partida usados no preparo da solução filmogênica (lecitina, o amido e a gelatina) análise de bolores e leveduras foi

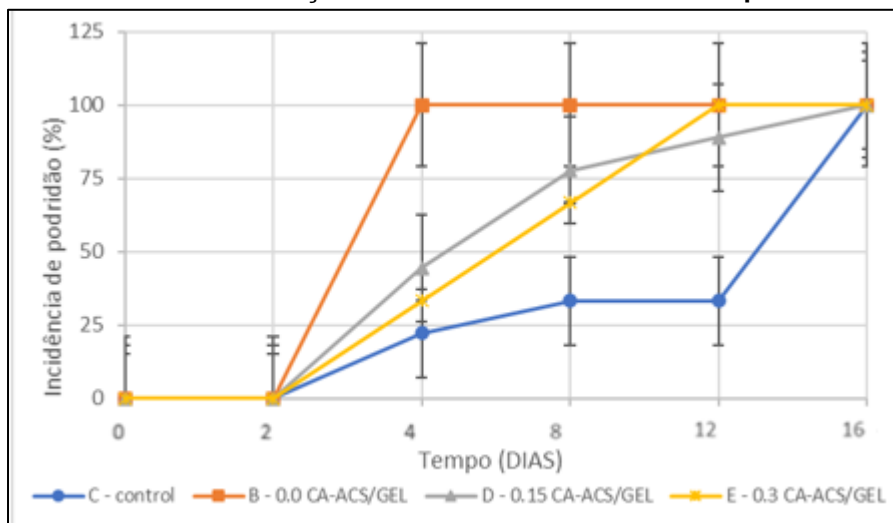
realizada. As amostras foram adicionadas e homogeneizadas em tubos com água peptonada 0,1%, a partir disto foram realizadas as diluições até a diluição  $10^{-5}$ . Alíquotas de 0,1 mL foram vertidas e espalhadas em placas de petri contendo Agar Batata Dextrose (BDA) acidificado com ácido tartárico 0,1M. As placas foram encubadas invertidas, a  $25^{\circ}\text{C}$  por 7 dias. Após o período de incubação, foram contabilizadas as unidades formadoras de colônia (UFC) de cada placa.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Previamente, a este trabalho o revestimento ativo foi capaz de inibir o crescimento de *A. alternata in vitro* (concentração inibitória mínima (CIM) =  $0,3 \text{ mg carvacrol.g}^{-1}$  de revestimento e concentração fungicida mínima (CFM) =  $0,6 \text{ mg carvacrol.g}^{-1}$  de revestimento) e em ensaio antifúngico realizado *in vivo* no tomate Cereja Catharina *et al.* (2019). Com vistas a aprofundar o entendimento das propriedades protetoras dos revestimentos, realizou-se o ensaio de incidência de doença durante o armazenamento. Na indisponibilidade de conseguir-se produtores orgânicos de tomate uva o ensaio foi conduzido com substituição pelo tomate Saladete. O mesmo apresentou desafios significativos durante a execução do experimento devido ao tamanho consideravelmente maior e a menor quantidade de frutos conseguidos (frutos sem danos e/ou injúrias) após a colheita. De fato, a disposição dos tomates em bandejas sem divisórias ocasionou o contato entre eles, criando condições que poderiam facilitar possíveis contaminações cruzadas. Essas limitações afetaram diretamente a amostragem e a condução do experimento.

Na Figura 1, é possível observar que ocorreu um aumento expressivo na incidência de doença fúngica nos tratamentos D ( $0,15 \text{ mg de carvacrol.g}^{-1}$  de revestimento) e principalmente, no tratamento B ( $0,00 \text{ mg de carvacrol.g}^{-1}$  de revestimento). Vale salientar que a doença fúngica se manifestou inicialmente na região próxima ao pedúnculo e em pequenas injúrias existentes nos tomates. Foi notado que para o tratamento E ( $0,3 \text{ mg carvacrol.g}^{-1}$  de revestimento), houve um aumento gradual e mais controlado da doença até o oitavo dia do experimento.

Figura 1 - Incidência de doença em tomates armazenadas a temperatura ambiente



Fonte: Autoria própria (2023)



Neste trabalho foi comum a todos os tratamentos o surgimento de mofo no pedúnculo de todos os tomates. Possivelmente, em função das vilosidades do pedúnculo, a estrutura não estava devidamente seca quando os frutos foram revestidos e isso tenha aumentado a atividade de água daquela região, por consequência, propiciado o aparecimento do mofo característico de doença fúngica.

Foi entendido que na ausência do carvacrol, o tratamento branco (B) serviu como fonte de nutriente para os fungos e leveduras presentes, em função da composição do filme, que é rico em açúcares (Sapper et al., 2019). Essa hipótese foi confirmada por meio de um experimento controle apresentado na Figura 2. O objetivo do experimento era saber se o processo de sanitização dos tomates e revestimento ocorreu em condições asépticas. Desta maneira em uma microplaca de 96 poços na linha B\*, D\* e E\*, foi adicionado 100 uL/poço da solução fimgênica B, D e E, respectivamente. Foram produzidas duas placas uma constituída por solução fimgênica antes da imersão dos tomates (1) e outra após a imersão (2). Na análise da placa 1 observa-se alguns poços coloridos (presença de fungos) na linha que corresponde a solução fimgênica sem carvacrol e nas demais linhas não houve crescimento de fungos. Mesmo comportamento foi observado na placa 2 onde as soluções ativas (tratamento D e E) não tinham crescimento fúngico, fato que confirma a ação antifúngica do carvacrol (ABBASZADEH *et al.*, 2014; BRETSCHEIDER *et al.*, 2019).

**Figura 2 – Controle de experimento do processo de revestimento dos tomates. Solução fimgênica antes da imersão (Placa 1) e solução fimgênica após o uso (Placa 2).**



Fonte: Autores (2023).

Entretanto, na solução branco (0,00 mg de carvacrol. g<sup>-1</sup>) aplicada na linha B\* (Placa 2), todos os poços apresentaram mudanças em sua coloração, demonstrando que após os procedimentos de revestimento do tomate, os tomates aumentaram a carga fúngica da solução fimgênica. Acredita-se que o pedúnculo seja o grande responsável pelo aumento da carga microbiana. Estes resultados corroboram com os encontrados na análise de bolores e leveduras, que demonstraram que a lecitina, o amido e a gelatina estavam contaminados. A contagem de unidades formadoras de colônia foi de 3,5x10<sup>3</sup> UFC/mL, 3,5x10<sup>5</sup> UFC/mL e 4x10<sup>5</sup> UFC/mL para a gelatina, amido e a lecitina respectivamente.

## CONCLUSÃO

Os tratamentos com concentrações mais elevadas de carvacrol, como o tratamento E, demonstraram uma eficácia maior na contenção do avanço da doença, enquanto os tratamentos com baixa ou nenhuma concentração de carvacrol, como o tratamento B, mostraram maior suscetibilidade à doença fúngica. Para o futuro, deve-se aprimorar as



formulações, investigar alternativas ao uso do amido, garantir materiais de partida adequados e adotar a individualização das amostras na disposição das bandejas.

## Agradecimentos

A Profa. Dra. Ana Paula Romio por custear parte deste trabalho dentro do projeto REVESTIMENTO COMESTÍVEL ANTIMICROBIANO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MORANGOS, registrado no Programa de Apoio à Pesquisa Aplicada e de Transferência de Tecnologia da Unidade Mista de Pesquisa e Transferência de Tecnologia (UMIPTT) realizado em parceria com a UTFPR e a Embrapa. A Fundação Araucária, CNPq e Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Francisco Beltrão.

## REFERÊNCIAS

ABBASZADEH, S. *et al.* Antifungal efficacy of thymol, carvacrol, eugenol and menthol as alternative agents to control the growth of food-relevant fungi. **Journal of Mycologie Médicale**, v. 24, n. 2, p.51-56, 2014.

ALKAN, N.; FORTES, A. M. Insights into molecular and metabolic events associated with fruit response to postharvest fungal. **Frontiers in Plant Science**, v.6, n.889, p.1- 14, 2015.

BAUTISTA-BAÑOS, S. *et al.* A review of the management alternatives for controlling fungi on papaya fruit during the postharvest supply chain. **Crop Protection**, v.49, p.8-20, 2013.

BRETSCHNEIDER, F. G. B., *et al.* Atividade antifúngica *in vitro* e *in vivo* de revestimento comestível ativo contra *Colletotrichum* sp. **Higiene Alimentar**, v.33, p.2687- 2691, 2019.

CATHARINA, C. M. S.; BRETSCHNEIDER, F. G. B.; PIVA, B.; WEBER, CLEUSA, I.; STADLER, F; ROMIO, A. P. Edible coating containing carvacrol for postharvest microbiological conservation of tomatoes. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 4786-4794, 2019.

CHENG, Y. *et al.* Low temperature extrusion blown  $\epsilon$ -polylysine hydrochloride-loaded starch/gelatin edible antimicrobial films. **Carbohydrate Polymers**, [S.L.], v. 278, p. 118990, fev. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118990>.

DHUMAL, C. V. *et al.* Improvement of antimicrobial activity of sago starch/guar gum bi-phasic edible films by incorporating carvacrol and citral. **Food Packaging And Shelf Life**, [S.L.], v. 21, p. 100380, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100380>.

DINH, T. A. *et al.* Fabrication of antimicrobial edible films from chitosan incorporated with guava leaf extract. **Progress In Organic Coatings**, [S.L.], v. 183, p. 107772, out. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.porgcoat.2023.107772>.



EMBRAPA. Secretária de Comunicação. **Embrapa em números**. Brasília, DF: Embrapa, p 138. 2015.

GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U.; VAN OTTERDIJK, R.; MEYBECK, A. **Global Food Losses and Food Waste Section** (Study conducted for the International Congress “Save Food!” at Interpack 2011, Düsseldorf, Germany) (FAO, Rural Infrastructure and Agro-Industries Division, 2011), P 29, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 13 jun. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE 2013. Produção JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil 4.5 Agrícola, 2012.

KAUR, J. *et al.* Natural additives as active components in edible films and coatings. **Food Bioscience**, [S.L.], v. 53, p. 102689, jun. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102689>.

OLIVAS, G. I.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; Edible coatings for fresh-cut fruits, **Critical reviews in Food Science and nutrition**, v. 45, p. 657-670, 2014.

SAPPER, M. *et al.* (2019). Antifungal Starch–Gellan Edible Coatings with Thyme Essential Oil for the Postharvest Preservation of Apple and Persimmon. **Coatings**, 9(5), 333. <https://doi.org/10.3390/coatings9050333>.