

1 **OZÔNIO AQUOSO: UMA ALTERNATIVA PARA O CONTROLE DE FITOPATÓGENOS**
2 **EM PÓS-COLHEITA DE MORANGOS (*Fragaria x ananassa* Duch.) CV. “CAMINO**
3 **REAL”**

4
5 CAROLINE CORRÊA DE SOUZA COELHO¹; OTNIEL FREITAS SILVA²; RODRIGO DA
6 SILVEIRA CAMPOS²; ALINE LUIZA MACHADO CARLOS³; LOURDES MARIA CORREA
7 CABRAL²

8
9 **INTRODUÇÃO**

10 O morango encontra-se entre as frutas mais consumidas no mundo pelo seu sabor atrativo.
11 No Brasil, a cultura do morangueiro desempenha um importante papel sócio econômico nas regiões
12 Sul e Sudeste tanto para o consumo *in natura* quanto para a indústria alimentícia (MAZAROL et
13 al., 2013). Apesar das excelentes características sensoriais, o morango é muito perecível, possui
14 limitada vida útil pós-colheita, apresenta alta taxa respiratória e suscetibilidade ao desenvolvimento
15 de agentes patogênicos (REIS et al., 2008). Na pós-colheita, os fungos são a principal preocupação
16 relativa à sanidade vegetal, comprometendo a comercialização em função dos danos causados. O
17 mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*), a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) e a podridão de
18 *Rhizopus* (*Rhizopus stolonifer*) são as doenças fúngicas mais comuns em morango e pequenas
19 frutas, durante o armazenamento (ANTONIOLLI et al., 2011).

20 A etapa de sanitização é de suma importância para manter a qualidade microbiológica de
21 frutas e vegetais, objetivando a redução significativa da presença de patógenos, conservando as
22 características sensoriais do fruto por um tempo maior, e proporcionar maior tempo de vida útil.
23 Entretanto, além de uma atividade microbicida eficaz, é importante que o sanitizante seja seguro ao
24 consumidor, do ponto de vista toxicológico (FREITAS-SILVA et al., 2013). Dentre os sanitizantes
25 mais usados na indústria de alimentos para fins de higienização, incluem-se os compostos clorados
26 (SILVA et al., 2011). No entanto, a redução da eficiência microbiológica aliada à alteração
27 sensorial e eventual formação de compostos clorados cancerígenos apontaram a necessidade de
28 metodologias de descontaminação alternativas ao cloro (BEIRÃO-DA-COSTA et al., 2014).

29 Ozônio surge como alternativa ao cloro é mais eficaz contra muitos tipos de
30 microrganismos, não deixa resíduos tóxicos sobre as frutas e legumes (ADAY & CANER, 2014),
31 sendo considerado um produto GRAS (generally recognized as safe), podendo ser aplicado inclusive
32 no tratamento pós-colheita de produtos orgânicos (FREITAS-SILVA et al., 2013).

¹ Eng, Agr., Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRRJ- RJ, e-mail: carolcsc@hotmail.com;

² Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro-RJ, e-mail: otniel.freitas@embrapa.br;
rodrigo.silveira@embrapa.br; lourdes.cabral@embrapa.br;

³ Graduanda no curso de tecnologia em polímeros, UEZO-RJ, e-mail: alineluiza90@gmail.com;

33 Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar o processo de ozonização aquosa na
34 redução da microbiota e no aumento da conservação pós-colheita do morango *in natura*.

35

36

MATERIAL E MÉTODOS

37 Morangos, cultivar Camino Real, oriundos de uma propriedade tradicional na produção de
38 morangos, localizada em Nova Friburgo, Rio de Janeiro, região serrana fluminense (22°15'55,3'' S;
39 42°36'27,3'' O; 1108m), foram colhidos no estádio de maturação comercial ($\frac{3}{4}$ da superfície de cor
40 vermelho-brilhante) e posteriormente transportados para o laboratório de Fisiologia e Tecnologia
41 Pós-colheita de Frutas e Hortaliças da Embrapa Agroindústria de Alimentos, onde foram
42 armazenadas em câmara fria a 5°C por 24 h, até o início do experimento. Os frutos foram
43 submetidos à uma seleção visual, buscando uniformizar os lotes quanto ao tamanho e coloração,
44 descartando-se frutos com lesões, deformados, danificados e doentes.

45 Após a seleção, os frutos foram lavados em água corrente, a fim de remover o excesso de
46 sujidades e posteriormente submetidos ao experimento 1, com a finalidade de verificar o tempo
47 mais adequado para a exposição do fruto à diferentes tratamentos: T1) Controle, lavagem em água
48 corrente; T2) Imersão em água ozonizada a 0,5 mg L⁻¹ por 1 min; T3) Imersão em água ozonizada a
49 0,5 mg.L⁻¹ por 5 min; T4) Imersão em água ozonizada a 0,5 mg L⁻¹ por 10 min; Nos tratamentos
50 com água ozonizada, os frutos foram submersos em água a 10± 1°C. Após os tratamentos, os
51 morangos foram secos à temperatura ambiente, armazenados em embalagens de polietileno
52 tereftalato (PET) e armazenados sob refrigeração em B.O.D. (4± 1°C), por um período de 10 dias.
53 As avaliações de incidência de doenças foram realizadas aos 0, 4, 7 e 10 dias de armazenamento
54 utilizando-se de análise visual e expressa no percentual de frutos contaminados por sintomas típicos
55 de doenças (lesões e micélio aparente).

56 Após a seleção do melhor tempo de ozonização de morangos, com base no menor índice de
57 doenças pós-colheita aos 10 dias de avaliação, foi realizado um segundo estudo (experimento 2)
58 para verificar a melhor concentração de ozonização aquosa e comparar com a cloração tradicional.
59 Neste ensaio utilizou-se os seguintes tratamentos: T1) Controle, lavagem em água corrente; T2)
60 Imersão em solução de Sumaveg® a 150 mg L⁻¹ e posterior enxágue com 5 mg L⁻¹, ambos com
61 água resfriada a 10°C, por 10 minutos; T3) Imersão em água ozonizada a 0,3 mg L⁻¹ por 5 min; T4)
62 Imersão em água ozonizada a 0,5 mg L⁻¹ por 5 min; T5) Imersão em água ozonizada a 1,0 mg L⁻¹
63 por 5 min; T6) Imersão em água ozonizada a 1,2 mg L⁻¹ por 5 min. As condições de temperatura da
64 água de ozonização, secagem, armazenamento dias de avaliação e quantificação da incidência de
65 podridões pós-colheita foram as mesmas do experimento anterior.

66 O ozônio aquoso foi produzido por processo eletroquímico (Ozone & Life 3.0 RM)
67 utilizando oxigênio ultra puro, sendo dissolvido em água a 10°C, através de um difusor, de forma

68 contínua até atingir as concentrações de trabalho. Tais concentrações foram monitoradas utilizando-se de um analisador de ozônio, Fotômetro (SAM Ozônio I-2019) em conjunto com o kit analítico
69 fotométrico (K-7423).

71 O delineamento experimental para ambos os experimentos foi inteiramente casualizado
72 com três repetições, e 5 frutos por embalagem. Os dados obtidos foram interpretados por análise de
73 variância, teste de Fisher, a 5% de probabilidade.

74

75 RESULTADOS E DISCUSSÃO

76 Houve efeito significativo da interação, dos tratamentos e do tempo de exposição a
77 ozonização. Aos 10 dias de avaliação, as concentrações de 0,5 mg L⁻¹ durante 5 minutos mostrou-se
78 significativamente superior, apresentando a menor incidência de fungos e conseqüentemente perdas
79 pós-colheita (Tabela 1).

80

81 **Tabela 1-** Incidência de perdas pós-colheita (%) no 10º dia de avaliação.

Tratamento	Perdas pós-colheita (%)*
Controle	86,67 ^a
1 min.	73,33 ^{ab}
5 min.	33,33 ^c
10 min.	46,70 ^{bc}

82 *Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

83

84 No experimento seguinte, utilizando o melhor tempo de tratamento com ozônio (5 minutos)
85 avaliou-se as concentrações de ozônio (0,3; 0,5; 1,0 e 1,2 mg.L⁻¹) e comparou-se com a cloração. A
86 concentração de 0,5 mg L⁻¹ durante 5 minutos também apresentou o melhor resultado de
87 contaminação fungica e foi significativamente diferente da cloração e do controle (Tabela 2).

88

89 **Tabela 2-** Incidência de perdas pós-colheita (%) no 10º dia de avaliação.

Tratamento	Perdas pós-colheita (%)*
Controle	86,67 ^{ab}
Cloração	93,33 ^a
0,3 mg L ⁻¹	80,0 ^{ab}
0,5 mg L ⁻¹	33,33 ^c
1,0 mg L ⁻¹	53,3 ^{bc}
1,2 mg L ⁻¹	60,0 ^{abc}

90 *Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

91

92 CONCLUSÕES

93 As soluções de ozonização avaliadas mostraram desempenho superior a cloração na redução
94 de fitopatógenos pós-colheita do morango, sendo que a concentração de 0,5 mg L⁻¹ por 5 minutos
95 mostrou maior potencial para ser adotada em processo de sanitização para morangos cv. Camino
96 Real.

97 O mofo-cinzeno, causado por *Botrytis cinerea*, foi a doença que apresentou maior
98 incidência ao final dos 10 dias de avaliação, principalmente nos frutos oriundos dos tratamentos de
99 Cloração e água ozonizada com 0,5 mg L⁻¹ durante 1 e 10 minutos de sanitização.

100 Os tratamentos de 0,5 mg L⁻¹ por 5 e 10 minutos e 1,0 mg.L⁻¹ por 5 minutos foram os que
101 contribuíram para maior vida útil (conservação) dos frutos no fim da avaliação, apresentando
102 apenas 33,33%, 46,70% e 53,3% , respectivamente, de perda pós-colheita em 10 dias de
103 armazenamento.

104 Entretanto mais estudos devem ser realizados a fim de se verificar a manutenção da
105 qualidade física e química com as concentrações estudadas, para averiguar se estas irão afetar a
106 qualidade nutricional e sensorial do morango.

107

108

AGRADECIMENTOS

109 À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior – CAPES pela concessão
110 da bolsa de Mestrado e à Embrapa Agroindústria de Alimentos pelos recursos obtidos pelo projeto.

111

112

REFERÊNCIAS

113 ADAY M. S.; CANER, C. Individual and combined effects of ultrasound, ozone and
114 chlorinedioxide on strawberry storage life. Food Science and Technology, v.57. n.1, p.344-351,
115 2014.

116 ANTONIOLLI, L. R.; SILVA, G. A.; ALVES, S. A. M.; MORO, L. Controle alternativo de
117 podridões pós-colheita de framboesas. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.46, n.9, p.979 -
118 984, 2011.

119 BEIRÃO-DA-COSTA, S.; MOURA-GUEDES, M. C.; FERREIRA-PINTO, M. M.; EMPIS, J. &
120 MOLDÃO MARTINS, M. Alternative sanitizing methods to ensure safety and quality of fresh-cut
121 kiwifruit. Journal of Food Processing and Preservation, v.38, n.1, p.1-10, 2014.

122 FREITAS-SILVA, O.; MORALES-VALLE, H.; VENÂNCIO, A. Potential of aqueous ozone to
123 control aflatoxigenic fungi in Brazil nuts. ISRN Biotechnology, v.2013, p.1-6, 2013.

124 MAZAROL, S. M.; MANGNABOSCO, M. C.; CITADIN, I.; PAULUS, D.; GOUVEA, A.
125 Produção e qualidade de morangueiro sob diferentes concentrações de calda bordalesa, sulfocálcica
126 e biofertilizante supermagro. Ciências Agrárias, Londrina, v.34, n.6, p.3285-3294, 2013.

127 REIS, K. C.; SIQUEIRA, H. H.; ALVES, A. P.; SILVA, J. D.; LIMA, L. C. O. Efeito de diferentes
128 sanificantes sobre a qualidade de morango cv. Oso Grande. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v.32,
129 n.1, p.196-202, 2008.

130 SILVA, S.B.; LUVIELMO, M.M.; GEYER, M.C. & PRÁ, I. Potencialidades do uso do ozônio no
131 processamento de alimentos. Ciências Agrárias, Londrina, v.32, n.2, p.659-682, 2011.