



Impacto do Uso de Óleos Essenciais na Qualidade Microbiológica e Sensorial da Cenoura



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
207**

**Impacto do Uso de Óleos Essenciais
na Qualidade Microbiológica e
Sensorial da Cenoura**

Terezinha Feitosa Machado
Deborah dos Santos Garruti
Márcia Régia de Souza da Silveira
Monalisa de Sousa Varela
Carlos Alberto de Jesus Filho

*Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2020*

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Fone: (85) 3391-7100

Fax: (85) 3391-7109

www.embrapa.br/agroindustria-tropical

www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente

Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Secretária-executiva

Celli Rodrigues Muniz

Secretária-administrativa

Eveline de Castro Menezes

Membros

*Marlos Alves Bezerra, Ana Cristina Portugal
Pinto de Carvalho, Deborah dos Santos Garruti,
Dheyne Silva Melo, Ana Iraidy Santa Brígida,
Eliana Sousa Ximendes, Nívia da Silva Dias*

Revisão de texto

José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica

Rita de Cassia Costa Cid

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

José Cesamildo Cruz Magalhães

Fotos da capa

Monalisa de Sousa Varella

1ª edição

On-line (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Impacto do uso de óleos essenciais na qualidade microbiológica e sensorial da cenoura / Terezinha Feitosa Machado... [et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2020.

18 p. : il. ; 16 cm x 22 cm – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 207).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. *Daucus carota*. 2. Qualidade. 3. Segurança. I. Machado, Terezinha Feitosa. II. Garruti, Deborah dos Santos. III. Silveira, Márcia Régia de Souza da. IV. Varella, Monalisa de Sousa. V. Jesus Filho, Carlos Alberto de. VI. Série.

CDD 635

Sumário

Resumo.....	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões.....	16
Referências.....	16

Impacto do Uso de Óleos Essenciais na Qualidade Microbiológica e Sensorial da Cenoura¹

Terezinha Feitosa Machado¹

Deborah dos Santos Garruti²

Márcia Régia de Souza da Silveira³

Monalisa de Sousa Varela⁴

Carlos Alberto de Jesus Filho⁵

Resumo - O risco de subprodutos indesejáveis da desinfecção com cloro em indústrias de produtos minimamente processados, juntamente com sua eficácia limitada, levou à busca de agentes alternativos. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia dos óleos essenciais de capim-limão e alecrim-pimenta no controle da microflora natural de cenoura minimamente processada e, ao mesmo tempo, considerar seu impacto nas propriedades organolépticas do produto. As amostras foram mantidas em contato com as soluções sanitizantes por 10 min, e a eficácia do agente sanitizante foi avaliada com base no número de reduções decimais de contagens microbianas. Os resultados mostraram que as cenouras tratadas com as soluções sanitizantes avaliadas neste estudo apresentaram condições higiênicas satisfatórias, e a eficácia antimicrobiana das soluções variou de acordo com

¹ Engenheira de Alimentos, doutora em Bioquímica, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

² Engenheira de Alimentos, doutora em Ciências de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

³ Farmacêutica-Bioquímica, mestra em Tecnologia de Alimentos, analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

⁴ Graduanda de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

⁵ Graduando de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

o microrganismo-alvo. Contudo, o uso de óleos essenciais de capim-limão e alecrim-pimenta resultou em cenouras minimamente processadas de baixa aceitabilidade, não sendo um tratamento recomendado nas concentrações testadas.

Termos para indexação: *Daucus carota*, qualidade, segurança.

Impact of the Use of Essential Oils on the Microbial and Sensory Quality of Carrot

Abstract - The risk of undesirable by-products from chlorine disinfection in fresh-cut industries, together with its limited efficacy, has led to a search for alternative agents. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of lemongrass and rosemary pepper essential oils in controlling the natural microflora of minimally processed carrot and, at the same time, to consider its impact on the organoleptic properties of the product. The samples were kept in contact with the sanitizing solutions for 10 min and the sanitizing agent efficacy was evaluated based on the number of decimal reductions in microbial counts. The results showed that the carrots treated with the sanitizing solutions evaluated in this study had satisfactory hygienic conditions and the antimicrobial efficacy of the solutions varied according to the target microorganism. However, the use of lemongrass and rosemary pepper essential oils resulted in minimally processed carrots of low acceptability, not being a recommended treatment at the tested concentrations.

Index Terms: *Daucus carota*, quality, safety.

Introdução

Os alimentos minimamente processados (AMP) são produtos que, embora fisicamente alterados, permanecem em estado fresco e, na maioria das vezes, não necessitam de preparo subsequente para o consumo. Os vegetais frescos são suscetíveis ao ataque microbiano após a colheita devido à perda de resistência natural e ao seu alto teor de água e nutrientes. Um problema que pode ser exacerbado pelo processamento mínimo (Siroli et al., 2015).

O processamento mínimo inclui as etapas de seleção/classificação da matéria-prima, pré-lavagem, corte/fatiamento, sanitização, centrifugação, embalagem e armazenamento sob refrigeração (Azeredo et al., 2011). Devido à elevada manipulação e ao incremento no consumo de AMP, a preocupação com o risco potencial para a saúde pública aumentou. Uma ampla variedade de vegetais frescos tem sido implicada em surtos de doenças transmitidas por alimentos (Berger et al., 2010; Callejon et al., 2015; Jung et al., 2014; Painter et al., 2013).

O cloro é o desinfetante mais comumente utilizado na indústria de alimentos. Nas concentrações usadas (50-200 ppm), pode reduzir a carga microbiana, mas tem algumas limitações quanto à redução do amplo espectro de microrganismos ocorrentes em produtos frescos. Além disso, o cloro pode oxidar a matéria orgânica e levar à produção de subprodutos tóxicos, como clorofórmio e outros trihalometanos, cloraminas e ácidos haloacéticos. Esses compostos são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana, pois apresentam potencial carcinogênico quando reagem com moléculas orgânicas (Bhargava et al., 2015; Meireles et al., 2016; Xylia et al., 2017). Por isso, a necessidade de agentes alternativos ecologicamente corretos e seguros aumentou, e muitos pesquisadores concentraram-se em substâncias que ocorrem naturalmente e que exibem propriedades antimicrobianas. Nesse contexto, os óleos essenciais de plantas (OE) estão atraindo interesse por seu potencial como conservantes naturais de alimentos, pois são reconhecidos como seguros e muitos deles exibem um amplo espectro de atividade antimicrobiana, com potencial para o controle de bactérias patogênicas e deterioradoras associadas a AMP (Shah et al., 2012). Os OE de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), cujos principais componentes são α e β citral (Aiemsaard et al., 2011) e timol

(Matos, 1998), respectivamente, são caracterizados por apresentarem fortes atividades antimicrobianas (Ferreira; Fonteneles, 1989; Lemos et al., 1990; Lacoste et al., 1996; Machado et al., 2012). No entanto, quando os OE são aplicados como antimicrobianos naturais, o impacto organoléptico deve ser considerado, pois o uso de conservantes de origem natural pode alterar o sabor dos alimentos ou exceder os limiares de sabor aceitáveis.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia dos tratamentos de desinfecção com OE de capim-limão e alecrim-pimenta sobre a microbiota natural da cenoura e comparar os efeitos desses tratamentos com os do processo de sanitização com cloro. Além disso, estudos sensoriais foram realizados para avaliar o impacto do uso dos óleos no sabor e na aceitabilidade do produto.

Material e Métodos

Materiais

As amostras de cenoura (*Daucus carota* sp.) foram compradas no dia do experimento em um ponto comercial em Fortaleza, CE. Os OE utilizados neste estudo foram capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) que foram obtidos de Lohas Produtos Naturais e Orgânicos (Joinville, SC). O cloro foi obtido a partir de uma solução comercial contendo 2,0 a 2,5 % de hipoclorito de sódio (Q'Boa®, Osasco, SP).

Processamento mínimo da cenoura

As cenouras foram lavadas em água corrente, descascadas com faca inoxidável, cortadas manualmente e acondicionadas em sacos de náilon. As soluções antimicrobianas foram preparadas da seguinte forma: (I) água filtrada com hipoclorito de sódio (200 ppm de cloro livre); (II) água filtrada com 1,0% de etanol e OE de capim-limão numa concentração de 750 ppm; e (III) água filtrada com 1,0% de etanol e OE de alecrim-pimenta numa concentração de 1000 ppm. O etanol foi adicionado para solubilizar os OE na água. A amostra controle foi lavada com água filtrada sem antimicrobiano por 1 min. As amostras de cenoura foram imersas nas soluções de tratamento, na proporção produto/

solução de 1:15 (p/v) por 10 min com agitação manual. Após a aplicação dos tratamentos, as amostras foram centrifugadas (600 rpm/10 min), transferidas assepticamente para embalagens de tereftalato de polietileno e mantidas a 7 °C por 11 dias.

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas nos dias 0, 2, 4, 7, 9 e 11 dias de armazenamento, para determinar os níveis de contaminação após a lavagem em água e a redução na contagem microbiana após os tratamentos de sanitização. Foram realizadas contagens de bactérias aeróbias mesófilas (BAM), bactérias ácido lálicas (BAL) e de bolores e leveduras; foi determinado o número mais provável (NMP) de coliformes totais e coliformes termotolerantes e avaliada a presença de *Salmonella*. Todas as análises microbiológicas foram realizadas segundo recomendações da FDA – *Food and Drug Administration* (2018). As contagens de todos os microrganismos foram expressas em log UFC/g de cenoura.

Após sanitização, 25 g de cenoura foram imediatamente colocados em sacos para amostra de alimentos estéreis, e 225 mL de água peptonada 0,1% (pH 7,2) foram adicionadas para a homogeneização da amostra em *Stomacher* (Modelo 400 Circulator, Seward, Norfolk, England) por 1 min. Foram preparadas diluições em série com água peptonada 0,1% (pH 7,2). As populações de BAM e BAL foram enumeradas por plaqueamento em profundidade em placas com ágar para contagem (Beston Dickson, USA) e ágar Man, Rogosa e Sharpe (Beston Dickson, EUA), respectivamente. As colônias de BAM foram contadas após incubação a 37 °C por 48 h, e as de BAL após incubação em anaerobiose a 35 °C por 72 h. Bolores e leveduras foram enumerados pelo plaqueamento em superfície de placas contendo ágar dicitran rosa de bengala cloranfenicol (Beston Dickson, EUA). As placas foram incubadas a 21 °C por 5 dias. Para a determinação de coliformes totais e coliformes termotolerantes, alíquotas das diluições seriadas foram inoculadas em caldo lauril sulfato triptose – LST (Beston Dickson, USA). Os tubos foram incubados a 35 °C/24 – 48 h e examinados quanto à produção de gás. Em seguida, as culturas positivas foram inoculadas em caldo verde brilhante bile 2% - BVB (Beston Dickson, USA) e incubadas a 35 °C/24 – 48 h. As culturas positivas do caldo BVB foram inoculadas em caldo Escherichia EC (Beston

Dickson, USA), incubadas a 44 ± 1 °C/24 h. Os resultados foram expressos em log do número mais provável por grama (log NMP/g) da amostra analisada. A presença de *Salmonella* foi avaliada pelo pré-enriquecimento da amostra em caldo lactose a 35 °C/24 h; enriquecimento seletivo em caldo tetratrationato de sódio e caldo Rappaport a 43 °C/24 h; plaqueamento seletivo diferencial em ágar xilose lisina desoxicolato e ágar entérico de Hectoen a 35 °C/24 h; identificação bioquímica em ágar tríplice açúcar e ferro (TSI), e ágar ferro lisina descarboxilase a 35 °C/24 h; e confirmação sorológica pela detecção de antígenos somáticos (poli O) e flagelares (poli H). Os resultados microbiológicos foram expressos como log UFC/g. As análises foram realizadas com duas amostras em duplicatas.

Análise sensorial

Testes sensoriais afetivos (Meilgaard et al., 2006) foram realizados com 42 avaliadores, consumidores de cenoura, que foram solicitados a avaliar a aparência, a cor e o sabor das amostras utilizando uma escala hedônica de nove pontos, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo). Os avaliadores também foram questionados sobre sua intenção de compra se encontrassem o produto à venda, usando uma escala estruturada de 5 pontos, variando de 1 (eu certamente não compraria) a 5 (eu certamente compraria). Foi ainda realizado um teste para medir a intensidade de sabor estranho (qualquer sabor não característico de cenoura) utilizando-se uma escala linear de 9 pontos, variando de 0 = nenhum a 9 = forte. Todos os protocolos foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Parecer CONEP 3.117.036, 2018).

Para o teste de aparência, as amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas transparentes com tampa, de capacidade 1,8 L, e dispostas em uma bandeja codificada com números aleatórios de três dígitos sobre uma bancada em área comum a todos os julgadores. Para fazer sua avaliação, cada julgador abria a tampa e depois fechava. Após o teste de aparência, o avaliador se dirigia às cabines individuais para realizar o teste de sabor, onde recebia 6 g de cenoura ralada, acondicionados em embalagens plásticas individuais com tampa, de capacidade 100 mL, servidos com garfo descartável e um copo com água. As amostras foram servidas simultaneamente, codificadas com números aleatórios de três dígitos e

apresentadas de forma monádica e balanceada para minimizar o efeito do posicionamento da amostra. Os parâmetros sensoriais foram avaliados no tempo zero ($T = 0$ dia).

Análise estatística

Para ter uma visão geral do efeito dos óleos essenciais nas amostras de cenoura, tanto nos atributos microbianos quanto nos sensoriais das amostras de cenoura, foi realizada a análise de variância (ANOVA) em ambos os conjuntos de dados, e as médias foram comparadas pela diferença mínima significativa (DMS) utilizando-se o teste Tukey ao nível de 5%. Todas as análises foram realizadas com a utilização do programa XLSTAT v. 18.01 (Addinsoft).

Resultados e Discussão

Contagem microbiana inicial das amostras avaliadas

As amostras apresentaram contagens iniciais de 4,8 log UFC/g para bactérias aeróbias mesófilas (BAM) e 2,5 log UFC/g para bactérias ácido lácticas (BAL). As contagens de bolores e leveduras e bactérias do grupo coliformes foram abaixo dos níveis de detecção para os métodos de enumeração usados. Não foi detectada a presença de *Salmonella*.

A Tabela 1 mostra a sobrevivência dos grupos microbianos nas amostras de cenoura após os tratamentos com hipoclorito de sódio, OE de capim-limão e OE de alecrim-pimenta. O efeito inicial do OE de capim-limão sobre BAM foi significativamente diferente ($p < 0,05$) do obtido com cloro, OE de alecrim-pimenta e água, mostrando a maior redução (1,6 log UFC/g) desse grupo microbiano. O tratamento com hipoclorito de sódio mostrou redução de 1,4 log UFC/g BAM, enquanto o tratamento com o OE de alecrim-pimenta não mostrou efeito sobre esse grupo microbiano. Em relação à população de BAL, o tratamento com hipoclorito de sódio foi o mais efetivo, reduzindo a contagem inicial em 2,0 log UFC/g, enquanto os tratamentos com os OE de alecrim-pimenta e capim-limão reduziram a contagem inicial de BAL em 0,8 log UFC/ e 0,3 log UFC/g, respectivamente. Contudo, inicialmente, os

tratamentos aplicados não apresentaram efeito antimicrobiano sobre bolores e leveduras. Não há na literatura registros do uso dos óleos essenciais de capim-limão e alecrim-pimenta na desinfecção da cenoura. Entretanto, em experimento similar, Bourke et al. (2009) relataram que o efeito inicial dos OE de orégano (*Origanum vulgare*) e tomilho (*Thymus vulgaris*) na desinfecção de cenoura minimamente processada não diferiu significativamente do efeito do cloro. Recentemente, Xilya et al. (2019) avaliaram os efeitos de diferentes tratamentos de lavagem com soluções aquosas de OE de manjerona (*Origanum majorana*) (1:1500 v/v), manjerona hidrossol (1:15 v / v), ácido ascórbico (AA) (1%) e suas respectivas combinações sobre a qualidade da cenoura minimamente processada. Relataram que OE de manjerona e o hidrossol sozinho não foram tão promissores quanto a aplicação de AA para a preservação qualidade das cenouras. Entretanto, a aplicação combinada do OE de manjerona com AA e manjerona hidrossol com AA diminuíram os valores de BAM da cenoura para níveis similares de um desinfetante comercial à base de cloro. Segundo Burt (2004), a microbiota de vegetais frescos é predominantemente constituída de bactérias Gram-negativas, que são geralmente mais resistentes aos OE do que as bactérias Gram-positivas. Nesse sentido, Bourke et al. (2009) consideram que o prolongamento da vida útil de hortaliças minimamente processadas pode ser melhor alcançado com a combinação de OE com outros métodos de preservação natural e com o uso de embalagens adequadas.

Tabela 1. Efeito de tratamentos de desinfecção nas populações de bactérias aeróbias mesófilas (BAM), bactérias ácido lácticas (BAL) e bolores e leveduras na cenoura.

Tratamento (ppm)	BAM	Bolores e levedura	BAL
Água ¹	4,8 ± 0,1 a	< 1,0* a	2,5 ± 0,2 a
Cloro (200)	3,4 ± 0,0 b	2,0 ± 0,0 b	0,5 ± 0,7 c
OECL ³ (750)	3,2 ± 0,1 c	2,2 ± 0,2 b	2,2 ± 0,1 a
OEAP ⁴ (1000)	5,0 ± 0,1 a	2,2 ± 0,2 b	1,7 ± 0,1 b

As contagens são expressas em Log UFC/g (+/- desvio padrão). *Os valores < 1,0 log UFC/g indicam que o nível de bolores e leveduras por amostra foi abaixo do nível de detecção para o método de enumeração usado.

¹Controle. ²Óleo essencial de capim-limão. ³Óleo essencial de alecrim-pimenta.

Efeito dos tratamentos de desinfecção na evolução da população microbiana

A Tabela 2 mostra o efeito dos tratamentos com hipoclorito de sódio e dos OE do capim-limão e alecrim-pimenta sobre as diferentes populações microbianas nas amostras de cenoura armazenadas a 7 °C por 11 dias. As contagens iniciais de BAM, BAL, bolores e leveduras variaram entre 3,2 a 5,0 log UFC/g, 0,5 a 2,2 log UFC/g e 2,0 a 2,2 log UFC/g, respectivamente. As populações microbianas nas amostras de cenoura mostraram evoluções diferentes frente aos tratamentos. As contagens finais (11º dia de estocagem) de bactérias mesófilas, BAL e bolores e leveduras foram 5,9; 4,8 e 3,8 log UFC/g, respectivamente, nas amostras tratadas com hipoclorito de sódio. Nas amostras tratadas com o OE de alecrim-pimenta, a contagem final foi 6,1; 5,7 e 1,0 log UFC/g para BAM, BAL e bolores e leveduras, respectivamente. As amostras tratadas com o OE do capim-limão apresentaram evolução microbiana similar, com maior contagem para BAM e BAL frente aos demais tratamentos. Para todos os tratamentos e tempos avaliados, a contagem de bactérias do grupo coliformes foi abaixo dos níveis de detecção para o método de enumeração usado, e também não foi detectada a presença de *Salmonella* nas amostras. Em estudo semelhante, Uyttendaele et al. (2004) relataram que a descontaminação de cenoura com OE de tomilho alcançou redução significativa na flora natural, mas a flora aeróbica psicrófila recuperou-se e multiplicou-se durante o período de armazenamento. Bourke et al. (2009) relataram que a eficácia do OE de orégano como tratamento de sanitização foi comparável ao do cloro na cenoura e que as amostras tratadas com o OE apresentaram contagem de BAM menor do que as amostras tratadas com água. Por outro lado, Bagamboula et al. (2004) observaram que o OE de tomilho apresentou redução limitada na descontaminação e atribuiu isso à fixação da flora natural e formação de biofilmes nas superfícies das folhas de alface. Considerando-se que a contagem de BAM em vegetais frescos inclui uma microflora diversificada por bactérias Gram-negativas, que geralmente são mais resistentes aos OE do que as bactérias Gram-positivas (Burt, 2004), a associação de OE com outras tecnologias de preservação pode prolongar o prazo de validade de hortaliças minimamente processadas.

Tabela 2. Sobrevivência de BAM, BAL e Bolores e leveduras em cenoura sanitizada com óleos essenciais e cloro.

Tratamento	Dia 0	Dia 2	Dia 4	Dia 7	Dia 9	Dia 11
BAM						
Cloro	3,4 ± 0,0b	3,1 ± 0,3c	4,0 ± 0,1c	4,5 ± 0,1b	5,7 ± 0,1b	5,9 ± 0,1b
OECL	3,2 ± 0,1c	4,6 ± 0,0a	6,3 ± 0,0a	5,8 ± 0,0a	6,6 ± 0,0a	7,4 ± 0,0a
OEAP	5,0 ± 0,1a	4,2 ± 0,0b	4,3 ± 0,1b	4,2 ± 0,0c	5,6 ± 0,0b	6,1 ± 0,1b
BAL						
Cloro	0,5 ± 0,1c	1,6 ± 0,0c	2,0 ± 0,2c	1,0 ± 0,1c	< 10b	4,8 ± 0,0c
OECL	2,2 ± 0,1a	3,0 ± 0,0a	4,2 ± 0,0b	5,2 ± 0,0a	4,5 ± 0,0a	6,2 ± 0,0a
OEAP	1,7 ± 0,1b	2,5 ± 0,0b	4,4 ± 0,1a	4,9 ± 0,1b	4,4 ± 0,2a	5,7 ± 0,1b
B e L						
Cloro	2,0 ± 0,0a	< 10a	2,0 ± 0,0a	2,7 ± 0,1a	3,1 ± 0,1a	3,8 ± 0,1a
OECL	2,2 ± 0,2a	< 10a	< 10b	1,0 ± 0,1b	1,0 ± 0,1b	2,0 ± 0,0b
OEAP	2,2 ± 0,2a	< 10a	< 10b	< 10c	< 10c	1,0 ± 0,0c

As contagens são expressas em Log UFC/g (+/- desvio padrão). As concentrações utilizadas para cada tratamento foram: OECL – óleo essencial de capim-limão (750 ppm). OEAP – óleo essencial de alecrim-pimenta (1000 ppm) e cloro (200 ppm). Os valores < 1,0 log UFC/g indicam que o nível de bactérias do grupo coliformes do microrganismo avaliado por amostra foi abaixo do nível de detecção para o método de enumeração utilizado.

Efeito dos tratamentos de desinfecção nos atributos sensoriais

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos da análise sensorial da cenoura tratada com as três soluções sanitizantes. Todas as amostras de cenoura minimamente processadas apresentaram médias na região de aceitação da escala hedônica (acima de 5) para aparência global e cor. A cenoura tratada com OE de alecrim-pimenta apresentou maior aceitação da cor do que a amostra tratada com cloro, mas a aceitação da aparência global não apresentou diferença significativa entre as amostras analisadas. Quanto ao sabor, as duas amostras tratadas com os OE apresentaram menor aceitação do que a amostra tratada com cloro e foram rejeitadas (médias abaixo de 5).

Isso pode ser explicado pelo fato que a intensidade de sabor estranho nas amostras tratadas com os OE foi significativamente ($p < 0,05$) mais intenso do que das amostras tratadas com o cloro.

Em relação à intenção de compra, as amostras tratadas com hipoclorito de sódio obtiveram maior aceitação, com 57% dos consumidores mostrando uma atitude positiva de compra (possivelmente compraria + certamente compraria). Para as amostras tratadas com OE, a maioria dos consumidores apresentou atitude negativa de compra (possivelmente não compraria + certamente não compraria), com 75% e 89% de atitudes negativas para as amostras tratadas com OE de capim-limão e OE de alecrim-pimenta, respectivamente.

Tabela 3. Avaliação sensorial da cenoura tratada com diferentes sanitizantes.

Tratamento (ppm)	Aceitação da aparência	Aceitação da cor	Aceitação do sabor	Intensidade de sabor estranho
Cloro	7,26 a	6,93 b	6,29 a	1,71 b
OECL	7,43 a	7,43 ab	4,14 c	7,14 a
OEAP	7,14 a	7,64 a	2,90 b	7,70a

As concentrações utilizadas para cada tratamento foram: OECL – óleo essencial de capim-limão (750 ppm); OEAP – óleo essencial de alecrim-pimenta (1000 ppm); e cloro (200 ppm). Médias com mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem entre si ($p < 0,05$).

Considerando-se que a legislação brasileira (BRASIL, 2001) estipula a ausência de *Salmonella* e 2,3 log UFC/g de contagem máxima aceitável de coliformes termotolerantes para hortaliças frescas, sanificadas e refrigeradas, as amostras tratadas pelas três soluções sanitizantes neste estudo apresentaram condições higiênicas satisfatórias. Contudo, como as propriedades sensoriais desempenham papel fundamental na escolha do consumidor de produtos minimamente processados, o uso dos OE de capim-limão e alecrim-pimenta em cenoura requer estudos adicionais, a fim de garantir a qualidade sensorial e a segurança do produto.

Conclusões

1. Todas as amostras avaliadas apresentam condições higiênicas satisfatórias.
2. A eficácia antimicrobiana das soluções de cloro, OE de capim-limão e OE de alecrim-pimenta varia de acordo com o microrganismo-alvo.
3. O uso dos OE de capim-limão e alecrim-pimenta na sanitização de cenoura minimamente processada resultou em produtos de baixa aceitabilidade, não sendo um tratamento recomendado nas concentrações testadas.

Referências

- AIEMSAARD, J.; AIUMLAMAI, S.; AROMDEE, C.; TAWEECHAI SUPAPONG, S.; KHUNKITTI, W. The effect of lemongrass oil and its major components on clinical isolate mastitis pathogens and their mechanisms of action on *Staphylococcus aureus* DMST 4745. **Research in Veterinary Science**, v. 91, p. 31-37, 2011.
- AZEREDO, G. A.; STAMFORDB, T. L. M.; NUNES, P. C.; GOMES NETO, N. J.; OLIVEIRA, M. E. G.; SOUZA, E. L. Combined application of essential oils from *Origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. to inhibit bacteria and autochthonous microflora associated with minimally processed vegetables. **Food Research International**, v. 44, p. 1541-1548, 2011.
- BAGAMBOULA, C. F.; UYTTENDAELE, M.; DEBEVERE, J. Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. **Food Microbiology**, v. 21, p.33-42, 2004.
- BERGER, C. N.; SODHS, S. V.; SHAW, R. K.; GRIFFIN, P. M.; PINK, D.; HAND, P.; FRANKEL, G. Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 12, p. 2385-2397, 2010.
- BHARGAVA, K.; DENISE S. C.; ROCHA, S. R. P.; ZHANG, Y. Application of an oregano oil nanoemulsion to the control of foodborne bacteria on fresh lettuce. **Food Microbiology**, v. 47, p. 69-73, 2015.
- BOURKE, P.; GUTIERREZ, J.; LONCHAMP, J.; BARRY-RYAN, C. Impact of Plant Essential oils on microbiological, organoleptic and quality markers of minimally processed vegetables. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 10, n. 2, p. 135-296, 2009.

BRASIL. Resolução RDC n. 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 de jan. 2001.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.

CALLEJON, R. M.; RODRIGUEZ-NARANJO, M. I.; UBEDA, C.; HORNEDO-ORTEGA, R.; GARCIA PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. Reported foodborne outbreaks due to fresh produce in the United States and European Union: trends and causes. **Foodborne Pathogens Disease**, v. 12, p. 32-38, 2015.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. **Parecer CONEP n. 3.117.036**. Disponível em: <<https://conselho.saude.gov.br/recomendacoes/2018/Reco036.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological Analytical Manual** Online (BAM). Disponível em: <www.fda.gov>. Acesso em: 10 jun. 2018.

FERREIRA, M. S. C.; FONTENELES, M. C. Aspectos etnobotânicos e farmacológicos do *Cymbopogon citratus* stapf (capim-limão). **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 70, n. 4, p. 94-97, 1989.

JUNG, Y.; JANG, H.; MATTHEWS, K. R. Effect of the food production chain from farm practices to vegetable processing on outbreak incidence. **Microbial Biotechnology**, v. 7, p. 517-527, 2014.

LACOSTE, E.; CHAUMONT, J. P.; MANDIN, D.; PLUMMEL, M. M.; MATOS, F. J. A. Le propriétés antiseptiques de l'huile essentielle de *Lippia sidoides* Cham. Application à la microflore cutanné. **Annales Pharmaceutics Francaises**, v. 54, n. 5, p. 228-230, 1996.

LEMOS, T. L. G.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; CRAVEIRO, A. A.; CLARK, A. M.; McCHESNEY, J. D. Antimicrobial activity of essential oils of Brazilian plants. **Phytotherapy Research**, v. 4, n. 2, p. 82-84, 1990.

MACHADO, T. F.; PEREIRA, R. C. A.; SOUSA, C. T.; BATISTA, V. C. C.; PEREIRA, I. M. C. **Atividade antimicrobiana do óleo essencial de capim-limão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 15 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 62). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79658/1/ESSENCIAL-DE-CAPIM-LIMAO.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2020.

MATOS, F. J. A. **Farmácias vivas** – sistemas de utilização de plantas medicinais para pequenas comunidades. 3. ed. Fortaleza: Editora da UFC, 1998.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed. Boca Raton: CRC, 2006. 464 p.

MEIRELES, A.; GIAOURIS, E.; SIMÕES, M. Alternative disinfection methods to chlorine for use in the fresh-cut industry. **Food Research International**, v. 82, p. 71-85, 2016.

PAINTER, J. A.; HOEKSTRA, R. M.; AYERS, T.; TAUXE, R. V.; BRADEN, C. R.; ANGULO, F. J.; GRIFFIN, P. M. Attribution of foodborne illnesses, hospitalizations, and deaths to food commodities by using outbreak data, United States, 1998-2008. **Emerging Infectious Diseases**, v. 19, p. 407-415, 2013.

SHAH, B.; DAVIDSON, P. M.; ZHONG, Q. Nanocapsular dispersion of thymol for enhanced dispersibility and increased antimicrobial effectiveness against *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in model food systems. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 78, p. 8448-8453, 2012.

SIROLI, L.; PATRIGNANIA, F.; SERRAZANETTI, D. I.; TAPPIA, S.; ROCCULIA, P.; GARDINIA, F.; LANCIOTTI, R. Natural antimicrobials to prolong the shelf-life of minimally processed lamb's lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, v. 103, p. 35-44, 2015.

UYTTENDAELE, M.; NEYTS, K.; VANDERSWALMEN, H.; NOTEBAERT, E.; DEBEVERE, J. Control of *Aeromonas* on minimally processed vegetables by decontamination with lactic acid, chlorinated water, or thyme essential oil solution. **International Journal of Food Microbiology**, v. 90, n.3, p. 263-271, 2004.

XYLIA, P.; CHRYSARGYRIS, A.; BOTSRIS, G.; TZORTZAKIS, N. Mint and pomegranate extracts /oils as antibacterial agentes against *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on shredded carrots. **Journal of Food Safety**, v. 38, n.1, e12423, 2017.

XYLIA, P.; CLARK, A.; CHRYSARGYRIS, A.; ROMANAZZIC, G.; TZORTZAKISA, N. Quality and safety attributes on shredded carrots by using *Origanum majorana* and ascorbic acid. **Postharvest Biology and Technology**, v. 155, p. 120-129, 2019.



Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

