

## Qualidade físico-química de mini-cenouras revestidas

Joesse Maria de Assis Teixeira Kluge Pereira<sup>1</sup>  
Valéria Paula Rodrigues Minim<sup>2</sup>  
Rolf Puschmann<sup>3</sup>  
Maria Cristina Dantas Vanetti<sup>4</sup>  
Nilda de Fátima Ferreira Soares<sup>2</sup>  
Celso Luis Moretti<sup>6</sup>  
Jairo Vidal Vieira<sup>7</sup>

### RESUMO

Um dos principais problemas tecnológicos enfrentados por processadores de mini-cenouras é o esbranquiçamento. Este trabalho avaliou a eficácia de uma solução comestível à base de polipeptídeo solúvel em água, em diferentes concentrações, visando diminuir o esbranquiçamento superficial de mini-cenouras. Cenouras provenientes da linhagem 0212226, colhidas nos campos experimentais da Embrapa Hortaliças, foram submetidas ao processamento mínimo na forma de mini-cenouras. As mini-cenouras foram divididas em quatro lotes, sendo que o primeiro foi imerso em água (controle) e os demais imersos em solução à base de polipeptídeo na concentração de 2 %, 5 % ou 10 %, embalados e armazenados a  $5 \pm 1$  °C por 4 dias. Avaliou-se taxa respiratória, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e índice de esbranquiçamento. Todas as mini-cenouras apresentaram tendência em reduzir a atividade respiratória em aproximadamente 60 %, durante o tempo observado. O teor de sólidos solúveis das mini-cenouras com e sem revestimento não apresentaram diferença significativa; entretanto, no decorrer do tempo verificou-se, em todas as amostras, tendência a um decréscimo linear de aproximadamente 0,5 °Brix. Observou-se que a acidez titulável e o índice de esbranquiçamento das mini-cenouras revestidas em solução polipeptídica a 2 % diferiram significativamente ( $P < 0,05$ ) daquelas não revestidas. Diante destes resultados, verifica-se que o melhor tratamento para minimizar o esbranquiçamento em mini-cenouras foi com revestimento em solução polipeptídica a 2 %.

**Palavras chave:** Revestimento comestível, *Daucus carota* L., mini-cenoura, processamento mínimo, esbranquiçamento

### ABSTRACT

#### Physicochemical quality of coated baby carrots

One of the main technological problems faced by processors of baby carrots is the blanching. This work evaluated the effectiveness of different concentrations of an edible water-soluble polypeptide solution to reduce the superficial blanching of baby carrots. Carrots (*Daucus carota* L.) line 0212226 was harvested from EMBRAPA Vegetables Crops' experimental fields, were subjected to the minimal processing in the form of baby carrots. The mini-carrots were divided

Recebido para publicação em junho de 2007 e aprovado em novembro de 2008

<sup>1</sup> Doutoranda do Departamento de Tecnologia de Alimentos, UFV, Viçosa - MG. joesseteixeira@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professora Adjunta do Departamento de Tecnologia de Alimentos, UFV, Viçosa, - MG. vprm@ufv.br

<sup>3</sup> Professor Titular do Departamento de Fisiologia Vegetal, UFV, Viçosa - MG.

<sup>4</sup> Professora Titular do Departamento de Microbiologia Agrícola, UFV, Viçosa - MG.

<sup>5</sup> Professora Adjunta do Departamento de Fisiologia Vegetal, UFV, Viçosa - MG.

<sup>6</sup> Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Viçosa - MG

<sup>7</sup> Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília - DF.

in four lots. The first (control group) was immersed in water and the others were immersed in the polypeptide-based solution at concentrations of 2, 5 and 10%. Carrots were then packed and stored at  $5 \pm 1^\circ \text{C}$  for 4 days. The following parameters were evaluated: respiratory rate, amount of soluble solids, titratable acidity and rate of blanching. All the baby carrots showed a tendency to reduce their respiratory activity by approximately 60%, during the observation period. Soluble solids levels in the baby carrots, both with and without coating, show no significant difference. However, with time elapsing, all the samples showed a tendency to a linear decrease of approximately 0.5 °Brix. Titratable acidity and blanching rate of baby carrots coated in a 2% polypeptide solution differed significantly ( $P < 0.05$ ) compared to those not coated. Results showed that the best baby carrots treatment to minimize blanching was the 2% polypeptide coating solution.

**Key words:** edible coating, baby carrot, minimum processing, blanching

## INTRODUÇÃO

A cenoura é um dos produtos mais utilizados na indústria de processamento mínimo. Um dos principais problemas tecnológicos enfrentados por processadores de mini-cenouras é a mudança na cor superficial, causando o esbranquiçamento. Por estar associada a atributos de qualidade sensorial e causar impacto na escolha do consumidor, a cor torna-se muito importante, pois o consumidor prefere cenouras mais próximas do natural, com aparência de produto fresco ou novo. Ao observarem o esbranquiçamento superficial da cenoura minimamente processada, seja na forma de rodela, palitos ou mini-cenouras, os consumidores logo relacionam-no com produto de qualidade inferior, velho, diminuindo assim a aceitação do produto. Entretanto, o esbranquiçamento superficial ocorrido em cenouras minimamente processadas se deve à ausência da epiderme protetora e danificação das células que tornam as cenouras mais vulneráveis à descoloração (Silva, 2003).

O mecanismo de esbranquiçamento envolve respostas físicas e fisiológicas às injúrias sofridas no processamento mínimo. O esbranquiçamento dos tecidos pode ser uma resposta de ordem física cujo resultado é a desidratação parcial da superfície, inicialmente reversível (Tatsumi *et al.*, 1991) e, ou ativação do metabolismo de compostos fenólicos e síntese da lignina, que é uma resposta de ordem fisiológica, irreversível, a qual é responsável pela descoloração de laranja intenso para laranja pálido (Bolin & Huxsoll, 1991; Cisneros-Zevallos *et al.*, 1995; Carrasco & Cisneros-Zevallos, 2002).

Visando evitar ou minimizar a mudança de cor nas cenouras minimamente processadas, diferentes métodos de preservação têm sido testados, dentre eles: imersão do produto em temperaturas baixas, umidificação com agentes higroscópicos (Carrasco & Cisneros-Zevallos, 2002), acondicionamento e armazenamento a  $2^\circ \text{C}$  (Howard *et al.*,

1994) e revestimento ou filme comestível (Pereira *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2007; Durango *et al.*, 2006; Teixeira, 2004; Durango Viladiego, 2004; Howard & Dewi, 1995; Avena-Bustillos *et al.*, 1993).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de uma solução comestível à base de polipeptídeo solúvel em água, em diferentes concentrações, visando diminuir o esbranquiçamento superficial de mini-cenouras.

## MATERIAL E MÉTODOS

Cenouras (*Daucus carota* L.) provenientes da linhagem 0212226, colhidas nos campos experimentais da Embrapa Hortaliças em março de 2003, foram submetidas ao processamento mínimo na forma de mini-cenouras.

As mini-cenouras foram divididas em quatro lotes, sendo que o primeiro foi imerso em água (controle) e os demais foram imersos em solução a base de polipeptídeo com concentração de 2 %, 5 % ou 10 %, embalados e armazenados a  $5 \pm 1^\circ \text{C}$  por 4 dias.

Todas as análises de determinação das variáveis, com exceção da taxa respiratória, foram realizadas em amostras coletadas com 0, 1, 2, 3 e 4 dias de armazenamento à temperatura de  $5 \pm 2^\circ \text{C}$ .

### Taxa respiratória

A taxa respiratória foi determinada utilizando-se um sistema fechado. Esse sistema fechado constituiu-se de frascos de vidros com capacidade de 1,7 litros, contendo aproximadamente 550 g de mini-cenouras tratadas com soluções polipeptídicas de concentração a 0 %, 2 %, 5 % ou 10 % e mantidos à temperatura de  $5 \pm 2^\circ \text{C}$ . Em cada tampa dos frascos, foi colocado um septo de silicone através do qual retirou-se a amostra de gás. Com uma seringa de 1 mL, foi coletada uma amostra de cada jarro e injetada em cromatógrafo a gás (GC 3537-D), equipado com coluna

Poropak-Q de 1 m de comprimento, com detector de ionização de chama (FID). Tendo como gás de arraste o Nitrogênio, a 45mL/min e trabalhando com coluna a 60 °C, injetor a 100 °C e detector a 140 °C. Os resultados foram expressos em mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

### Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi determinado utilizando 100 µL do suco celular que foi colocado sobre a superfície do prisma de um refratômetro da marca ATAGO PR-100. Os resultados foram expressos em °Brix (Instituto Adolfo Lutz, 2005).

### Acidez titulável

A acidez foi determinada pelo método de titulometria, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005). Trinta gramas de amostra foram trituradas com 30 mL de água destilada, até obter uma mistura homogênea, que foi centrifugada, filtrada e o sobrenadante foi submetido à titulação com uma solução de NaOH 0,1N, utilizando fenolftaleína como indicador. O resultado foi expresso em % ácido cítrico.

### Índice de esbranquiçamento (IE)

As alterações da cor da cenoura minimamente processada foram acompanhadas com o auxílio de um colorímetro MINOLTA modelo CR-10 no sistema tri-axial de cores (L\*a\*b\*). Três amostras de mini-cenoura foram retiradas de cada embalagem e realizada leitura em cada amostra, na região equatorial. Os resultados foram expressos, utilizando-se o parâmetro do índice de esbranquiçamento (IE) (Bolin & Huxoll, 1991):

$$IE = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

em que:

IE = índice de esbranquiçamento do produto; maior IE indica maior intensidade de esbranquiçamento do produto;

L\* = luminosidade ou brilho do produto (claro/escuro);

a\* = cromaticidade no eixo verde (-) para vermelho (+);

b\* = cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarelo (+).

### Delineamento Experimental

O experimento foi realizado segundo o delineamento inteiramente casualizado, seguindo o modelo de parcelas subdivididas. Com quatro tratamentos de concentrações de uma solução polipeptídica solúvel em água (0 %, 2 %, 5 % e 10 %), uma temperatura de armazenamento (5 °C) na parcela e com tempo de armazenamento (0, 1, 2, 3 e 4 dias de armazenamento), na subparcela.

O efeito do tempo de armazenamento sobre os indicadores de qualidade medidos foi analisado por meio de regressão.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o sistema SAS (Statistical Analysis System – SAS Institute Inc., North Carolina, USA), versão 9.1, licenciada para Universidade Federal de Viçosa, 2006.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

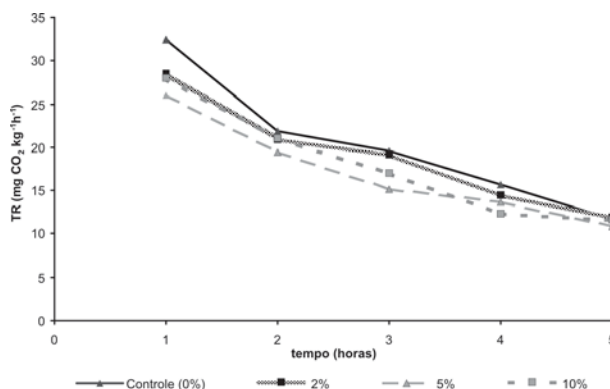
### Taxa respiratória

A atividade respiratória não apresentou diferença significativa entre os tratamentos avaliados (P>0,05) e as mini-cenouras de todos os tratamentos apresentaram tendência em reduzir a atividade respiratória, cerca de 60 %, durante o período observado.

Observou-se um decréscimo de aproximadamente 23,0, 20,0, 17,5 e 20,5 mg CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> na taxa respiratória das mini-cenouras controle e revestida em solução polipeptídica nas concentrações de 2 %, 5 % e 10 %, respectivamente, no período avaliado (Figura 1). Esses resultados podem ser atribuídos ao fato do revestimento não ter afetado a respiração das mini-cenouras, ou ainda, pelo processamento ter ocorrido à temperatura ambiente, sendo que a primeira medição ocorreu uma hora após o armazenamento a 5 °C, e este tempo pode não ter sido suficiente para que ocorresse um equilíbrio térmico entre o produto e a câmara fria.

Resultados semelhantes para redução na concentração de CO<sub>2</sub> também foram observados por Izumi et al. (1996), ao avaliarem a taxa respiratória de cenouras cortadas, fatiadas e raladas, armazenadas em atmosfera controlada (0,5 % O<sub>2</sub> e 10 % CO<sub>2</sub>), por 28, 21 e 11 dias, em temperatura de 0 °C, 5 °C e 10 °C, respectivamente. Izumi et al. (1996) observaram que cenouras tratadas tiveram redução de CO<sub>2</sub> em 55 % a 0 °C, cerca de 65 % a 5 °C e aproximadamente 70 % a 10 °C.

Comparando os valores de taxas respiratórias das mini-cenouras com os encontrados por Silva (2003) para cenouras intactas e minimamente processadas (raladas),



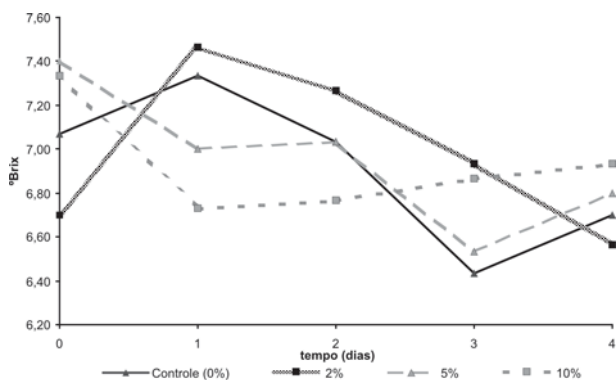
**Figura 1** - Taxa respiratória (TR) de mini cenouras tratadas com revestimento comestível à base de solução polipeptídica nas concentrações de 0% (controle), 2%, 5% e 10%, acondicionadas num sistema fechado, mantido a 5°C por cinco horas.

observa-se que os valores para mini-cenouras são intermediários. Isto pode ser atribuído ao tipo de processamento mínimo, pois de acordo com Rolle & Chism (1987), o estresse causado pelo corte dos tecidos pode induzir ao aumento da taxa respiratória e, segundo Kays (1991), a desestruturação das membranas causada pelo corte, pode resultar na quebra das “barreiras” à difusão dos gases, facilitando trocas gasosas entre tecidos e meio.

### Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis das mini-cenouras com e sem revestimento não apresentou diferença significativa ( $P>0,05$ ); entretanto, no decorrer do tempo, pode-se verificar em todas as amostras e independente do nível de revestimento, apresentaram tendência a um pequeno decréscimo linear de aproximadamente 0,5 °Brix (Figura 2). Essa diminuição pode ser atribuída à degradação do produto com o passar do tempo de armazenamento. O metabolismo nas condições de anaerobiose pode diminuir a concentração de reservas energéticas em razão do consumo rápido de substratos respiratórios (Silva, 2003).

Redução no teor de sólidos solúveis também foi observada em tomates revestidos com fécula de mandioca (Damasceno *et al.*, 2003) e em tomates armazenados a 2 °C (Artés *et al.*, 1999). Entretanto, Meneghel (2000), estudando amoras-pretas intactas, tratadas e não tratadas com revestimento comestível à base de alginato e alginato com adição do conservador sorbato de potássio, observou que o teor de sólidos solúveis de amostras revestidas apresentou pequena variação durante o período de armazenamento e, quando tais amostras foram comparadas com valores observados para o controle, estes foram menores, indicando que a ação do revestimento possivelmente tenha diminuído a atividade metabólica dos frutos.



**Figura 2** - Teor de sólidos solúveis (°Brix) de mini-cenouras tratadas com revestimento comestível à base de solução polipeptídica nas concentrações de 0% (controle), 2%, 5% e 10%, embaladas em náilon multicamadas, armazenadas a 5°C por cinco dias.

### Acidez titulável

Observou-se que a acidez titulável das mini-cenouras revestidas com a solução a 2% diferiu significativamente ( $P<0,05$ ) da acidez daquelas não revestidas.

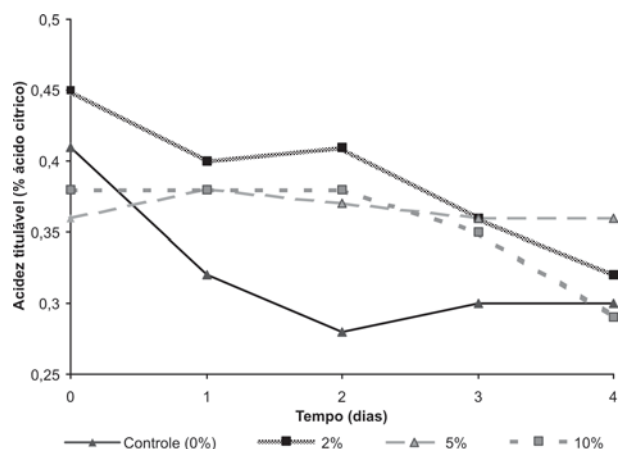
Observa-se tendência de decréscimo de, aproximadamente, 0,1 no percentual de ácido cítrico nas amostras controle e a 2% de revestimento polipeptídico; enquanto que, nas amostras revestidas com 5% e 10%, foi observado um aumento no percentual de ácido cítrico na ordem de 0,0016 e 0,082 respectivamente, no decorrer do período avaliado (Figura 3). De forma similar ao ocorrido com o teor de sólidos solúveis, esse comportamento pode estar relacionado com a maior taxa respiratória que, segundo Kader (1986), é a principal via de consumo de ácidos orgânicos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima *et al.* (2003), ao avaliar cenouras minimamente processadas, embaladas em atmosfera modificada e tratadas com radiação gama.

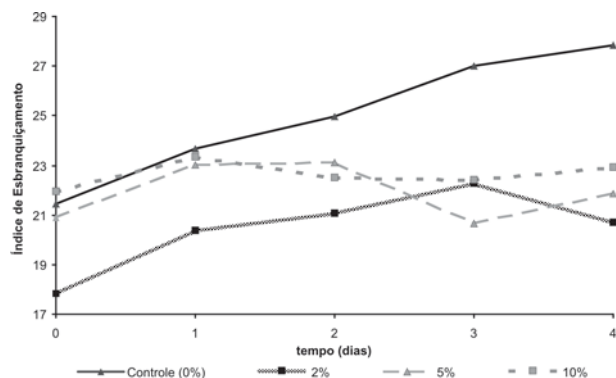
### Índice de esbranquiçamento

O índice de esbranquiçamento das mini-cenouras revestidas com a solução polipeptídica diferiram significativamente ( $P<0,05$ ), quando comparadas com as não revestidas, no decorrer do período experimental.

Das amostras testadas, as que apresentaram menor variação no índice de esbranquiçamento foram aquelas revestidas com a solução polipeptídica a 5% e 10%; entretanto, apresentaram índice de esbranquiçamento inicial maior do que mini-cenouras revestidas a 2% (Figura 4). As amostras revestidas com 2% de solução polipeptídica apresentaram menor índice de esbranquiçamento no decorrer do armazenamento, com exceção do terceiro dia.



**Figura 3** - Acidez (% de ácido cítrico) de mini-cenouras tratadas com revestimento comestível à base de solução polipeptídica nas concentrações de 0% (controle), 2%, 5% e 10%, embaladas em náilon multicamadas, armazenadas a 5°C por cinco dias.



**Figura 4** - Índice de esbranquiçamento de mini-cenouras tratadas com revestimento comestível à base de solução polipeptídica nas concentrações de 0% (controle), 2%, 5% e 10%, embaladas em nylon multicamadas, armazenadas a 5°C por cinco dias.

Resultados semelhantes foram encontrados por Li & Barth (1998), que, ao tratarem cenouras minimamente processadas com filme comestível, armazenadas a 1 °C por 28 dias, também observaram efeito significativo no índice de esbranquiçamento.

O aumento no índice de esbranquiçamento da cor superficial observado nas mini-cenouras pode estar associado tanto a mecanismos de ordem reversível ou irreversível. Possivelmente, esse esbranquiçamento tenha ocorrido devido a mecanismos de ordem reversível, decorrente da desidratação parcial da superfície, resultando em aparência esbranquiçada. (Bolin & Huxoll, 1991; Cisneros-Zevallos et al., 1995; Carrasco & Cisneros-Zevallos, 2002).

Apesar das mini-cenouras revestidas em soluções polipeptídicas a 5% e 10% terem apresentado menor variação no índice de esbranquiçamento no decorrer do período avaliado, o esbranquiçamento inicial destas amostras foi maior do que aquele ocorrido com as revestidas em soluções a 2%. Além deste fato, mini-cenouras revestidas em soluções de 5% e 10% apresentaram resíduos superficiais, aspecto translúcente e vitrificado.

## CONCLUSÕES

A taxa respiratória e sólidos solúveis de mini-cenouras controle e revestidas apresentaram comportamento similar entre todas as amostras avaliadas.

Mini-cenouras revestidas em solução polipeptídica com concentração a 2% reduziu significativamente a acidez e o índice de esbranquiçamento quando comparadas com o controle.

Assim, pode-se concluir que o tratamento de solução polipeptídica com concentração a 2%, foi o que apresentou melhor resultado, indicando ser este o melhor tratamento para minimizar o esbranquiçamento de mini-cenouras.

## REFERÊNCIAS

- Artés F, Conesa MA, Hernández S & Gil MI (1999) Keeping quality of fresh-cut tomato. *Postharvest Biology and Technology*, 17: 153-162.
- Avena-Bustillos RJ, Cisneros-Zevallos LA, Krochta JM & Saltveit ME (1993) Optimization of edible coatings on minimally processed carrots using response surface methodology. *Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers)*, 36: 801-805.
- Bolin HR & Huxsoll CC (1991) Control of minimally processed carrot (*Daucus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. *Journal of Food Science*, 56: 416-418.
- Carrasco EU & Cisneros-Zevallos LA (2002) Efecto del escaldado y recubrimiento higroscópico sobre la calidad de zanahorias (*Daucus carota* var. *Chantenay*) pre-cortadas durante el almacenamiento. *Archivos latinoamericanos de Nutrición*, 52: 187-192.
- Cisneros-Zevallos LA, Saltveit ME & Krochta JM (1995) Mechanism of surface white discoloration of peeled (minimally processed) carrots during storage. *Journal of Food Science*, 60: 320-33.
- Damasceno S, Oliveira PVS, Moro E, Macedo Jr EK, Lopes MC & Vicentini NM (2003) Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23: 377-380.
- Durango-Viladiego AM (2004) Desenvolvimento de um revestimento comestível antimicrobiano à base de amido de inhame com quitosana na conservação de cenoura minimamente processada. Tese de Doutorado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 128p.
- Durango AM, Soares NFF & Andrade NJ (2006) Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on processed carrots. *Food Control*, 17: 336-441.
- Howard LR, Griffin LE & Lee Y (1994) Steam Treatment of minimally processed carrot sticks to control surface discoloration. *Journal of Food Science*, 59: 356-58.
- Howard LR & Dewi T (1995) Sensory, microbiological and chemical quality of mini peeled carrots as affected by edible coating treatment. *Journal of Food Science*, 60: 142-144.
- Instituto Adolfo Lutz (2005). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físicos e químicos para análise de alimentos, 4ª ed. São Paulo. 1018p.
- Izumi H, Watada AE, Ko .P & Douglas W (1996) Controlled atmosphere storage of carrots slices, sticks and shreds. *Postharvest Biology and Technology*, 9: 165-172.
- Kader AA (1986) Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, 40:99-104.
- Kays SJ (1991) *Postharvest physiology of perishable plant products*. New York,: Van Nostrand Reinhold. 532p.
- Li P & Barth MM (1998) Impact of edible coatings on nutritional and physiological changes in lightly-processed carrots. *Postharvest Biology and Technology*, 14: 51-60.
- Lima KSC, Lima, ALS, Luchese RH, Godoy RLO & Sabaa-Srur A (2003) Cenouras minimamente processadas com atmosferas modificadas e tratadas com radiação gama: avaliação microbiológica, físico-química e química. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23: 240-250.
- Meneghel RFA (2000) Aplicação de revestimentos comestíveis à base de alginato de sódio em frutos de amoras-pretas. Dissertação de Mestrado. Londrina: Universidade Estadual de Londrina. 88p.

- Pereira JMATK, Minim VPR, Chaves, JBP & Yamashita F (2008) Efeito do revestimento na aceitabilidade de mini-cenouras. *Semina: Ciências Agrárias*, 29: 591-596.
- Pereira JMATK, Minim VPR & Chaves, JBP (2007) Avaliação sensorial e instrumental do esbranquiçamento superficial de mini-cenoura durante o armazenamento. *Alimentos e Nutrição*, 18: 261-266.
- Rolle R & Chism GW (1987) Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *Journal Food Quality* 10:157-65.
- Silva VA (2003) Fisiologia de cenoura minimamente processada. Dissertação de Mestrado. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 78p.
- Tatsumi Y, Watada AE & Wergin WP (1991). Scanning electron microscopy of carrot stick surface to determine cause of white translucent appearance. *Journal of Food Science*, 56: 1357-1364.
- Teixeira JMA (2004). Aplicação de revestimento comestível em mini-cenouras (*Daucus carota* L.). Dissertação de Mestrado. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa 72p.