

## Qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada: Uso de antioxidantes

Elisângela Elena Nunes<sup>1\*</sup>, Eduardo Valério de Barros Vilas Boas<sup>2</sup> e Andrea Luiza Ramos Pereira Xisto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Campus Universitário de Gurupi; Universidade Federal do Tocantins - UFT; Caixa Postal 66; 77402-970; Gurupi - TO - Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Ciência dos Alimentos; Universidade Federal de Lavras - UFLA; 37200-000; Lavras - MG - Brasil.

### ABSTRACT

*It was aimed in this work to evaluate the effect of different antioxidants on preventing browning during the storage of fresh-cut peruvian carrot. The roots of the cv. Amarela de Senador Amaral were screened, washed, sanitized, peeled and sliced. The sanitized slices were immersed into the following treatments: control (distilled water), 0.5% cysteine, 1% ascorbic acid, 0.5% cysteine + 1% ascorbic acid. Following, they were packed and stored ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  and 98% RH) for 15 days. Samples were analyzed every 3 days. The experimental design was completely randomized in a factorial 4 x 6, namely 4 chemical treatments (control, solution of 0.5% cysteine, solution of 1% ascorbic acid and solution of 1% ascorbic acid + 0.5% cysteine) and 6 periods of storage (0, 3, 6, 9, 12 and 15 days), with 3 replicates and the results were analyzed statistically. The fresh-cut peruvian carrot cultivar Amarela de Senador Amaral presented better quality when treated with the antioxidant ascorbic acid 1%, which determined a product with higher values  $b^*$ , lower values  $a^*$ , and higher activity of phenylalanine ammonia lyase.*

**Key words:** Enzymatic browning, storage, fresh-cut

### INTRODUÇÃO

A vida útil de muitas folhosas e raízes minimamente processadas tem sido estendida com sucesso (Lana et al., 2005). As reações de escurecimento são alguns dos fenômenos mais importantes que ocorrem durante o processamento da mandioquinha-salsa. Estas podem envolver diferentes compostos e proceder por diferentes vias químicas. Os principais grupos de reações que conduzem ao escurecimento são a oxidação enzimática dos fenóis, principalmente pela atividade da polifenoloxidase (PPO) e o escurecimento não enzimático. Polifenoloxidase é um termo genérico para um grupo de enzimas que catalisam a oxidação dos compostos fenólicos e produzem pigmentos escuros na superfície de frutas e hortaliças cortadas. O escurecimento leva também ao desenvolvimento de sabores desagradáveis e perdas na qualidade nutricional (Haminiuk et al., 2005).

O escurecimento é iniciado pela oxidação de compostos fenólicos pela PPO, levando

inicialmente a quinonas, que rapidamente se condensam, formando pigmentos escuros insolúveis, denominados melaninas, ou reage não enzimaticamente com outros compostos fenólicos, aminoácidos e proteínas, formando também melanina. Os fatores mais importantes na evolução da taxa do escurecimento enzimático provocado pela PPO são a concentração de PPO ativa e de compostos fenólicos, o pH, a temperatura e o oxigênio disponível no tecido. A enzima peroxidase (POD) também participa do escurecimento em hortaliças minimamente processadas e está relacionada com processos de cicatrização, como, por exemplo, a lignificação (Cantos et al., 2002).

O corte e o descasque podem provocar, ainda, a ativação de mecanismos de defesa culminando na deposição de lignina e suberina nas paredes das células danificadas, possivelmente seguido da divisão celular sob o tecido suberizado para recomposição da periderme. A lignificação após o dano é uma reação enzimática, envolvendo a

---

Author for correspondence: elisanunescarvalho@hotmail.com

atividade da fenilalanina amônia-liase em resposta ao estresse (Dixon e Paiva, 1995). A lignina é um polímero complexo formado a partir de uma mistura de fenilpropanóides simples. Muitos desses compostos são induzidos pelo dano. O ácido clorogênico, os ésteres de alquil-ferulato e outros ésteres fenólicos da parede celular podem agir diretamente como componentes de defesa ou podem ser precursores da síntese de lignina, suberina e outras barreiras polifenólicas (Dixon e Paiva, 1995).

A escassez de trabalhos publicados sobre o tema atesta a falta de estudos sobre a conservação pós-colheita de mandioquinha-salsa minimamente processada. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes antioxidantes na prevenção do escurecimento durante o armazenamento refrigerado de mandioquinhas-salsa minimamente processadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Mandioquinhas-salsa cultivar Amarela de Senador Amaral foram adquiridas no comércio local de Lavras - MG e levadas ao Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. As raízes foram selecionadas, descartando-se aquelas que apresentavam injúrias, lavadas em água corrente com detergente a fim de retirar as sujidades mais grosseiras. Em seguida foram imersas em solução de dicloroisocianurato de sódio 100 mg.L<sup>-1</sup> por 20 minutos para evitar contaminação durante o processamento, drenado o excesso de solução sanificante com auxílio de peneiras plásticas e secas ao ar.

As raízes foram descascadas manualmente, fatiadas (1 cm de espessura) com auxílio de multiprocessador, marca MASTER AT, imersas em solução de dicloroisocianurato de sódio 100 mg.L<sup>-1</sup> por 15 minutos e drenadas por aproximadamente 3 minutos em escorredor doméstico. Em seguida, foram imersas nos seguintes tratamentos químicos, por 5 minutos: 1- controle (imersão em água), 2-solução de cisteína 0,5%, 3-solução de ácido ascórbico 1% e 4-solução de ácido ascórbico 1% + cisteína 0,5%. Após a retirada do excesso de água as fatias de mandioquinhas-salsa foram acondicionadas em embalagem rígida de polipropileno (15 x 11,5 x 4,5 cm), contendo cerca de 150 gramas de raízes minimamente processadas e armazenadas em

câmara fria na temperatura de 5°C por 15 dias. Boas práticas de fabricação foram utilizadas para desinfecção do ambiente, facas e utensílios, utilização de Equipamentos de proteção individual (EPI) pelos manipuladores.

Os resultados foram avaliados em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 4 x 6, sendo 4 tratamentos químicos (controle, solução de cisteína 0,5%, solução de ácido ascórbico 1% e solução de ácido ascórbico 1% + cisteína 0,5%) e 6 períodos de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), com 3 repetições. As análises foram realizadas a cada 3 dias, sendo as seguintes:

### *pH*

Obtido por potenciometria com eletrodo indicador de vidro, utilizando um pHmetro Schott Handylab, segundo a técnica da AOAC (1992).

### *Acidez titulável (% de ácido málico)*

Determinada por titulação com solução padronizada de NaOH 0,01N, tendo como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985).

**Sólidos solúveis (<sup>o</sup>Brix):** Foram determinados por refratometria, utilizando refratômetro digital ATAGO PR-100, segundo AOAC (1992).

### *Firmeza (N)*

Determinada com auxílio de um analisador de textura modelo TA.XT2i, utilizando uma sonda de aço inoxidável de 2 mm de diâmetro (P/2N), que mediu a força de penetração desta na fatia, numa velocidade de 5mm/s e numa distância máxima de penetração de 5 mm, valores estes previamente fixados. Foi utilizada uma plataforma HDP/90 como base para o texturômetro.

### *Pectina solúvel*

Extraída de acordo com a técnica de McCready e McComb (1952) e determinada espectrofotometricamente a 530 nm.

### *Açúcares solúveis totais*

Extraídos com álcool etílico a 80% e determinados pelo método de Antrona (Dische, 1962). Os resultados foram expressos em g de glicose por 100g de raízes.

### *Valores L\*, a\* e b\**

Medidos, por reflectometria, utilizando-se

colorímetro marca Minolta, modelo CR 400. Onde a coordenada  $L^*$  indica quão claro e quão escuro é o produto (valor zero cor preta e valor 100 cor branca), a coordenada  $a^*$  está relacionada à intensidade de verde e vermelho e a coordenada  $b^*$  está relacionada a intensidade de azul (-70) e amarelo (+70).

#### **Amido**

A extração e hidrólise do amido foram feitas segundo a técnica citada por Arêas & Lajolo (1980). A determinação foi feita a 620 nm, seguindo-se o método de Somogy, modificado por Nelson (1994).

#### **Atividade da pectinametilesterase**

A extração da pectinametilesterase (PME) foi realizada segundo a técnica de Buescher e Fumanski (1978), com modificações de Vilas Boas (1995). O doseamento da PME foi feito segundo Hultin et al. (1966) e Ratner et al. (1969), com modificações de Vilas Boas (1995). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 nmol de NaOH por minuto, sob as condições do ensaio.

#### **Atividade da poligalacturanase**

A extração da poligalacturonase (PG) foi realizada segundo a técnica de Buescher e Fumanski (1978), com modificações de Vilas Boas (1995). O doseamento da PG foi realizado segundo Markovic et al. (1975), com modificações de Vilas Boas (1995). A atividade enzimática foi expressa em mg de ácido galacturônico por grama de raiz por minuto.

#### **Análise sensorial**

Avaliadas a aparência e a cor conjuntamente num teste afetivo com 50 avaliadores não treinados. Utilizou-se escala hedônica de 5 pontos, em que: 1- desgostei muito; 2- desgostei; 3- não gostei/nem desgostei; 4- gostei; 5- gostei muito.

#### **Atividade da peroxidase**

A extração e determinação da atividade enzimática foram realizadas de acordo com o método proposto por Matsumo e Uritane (1972). A atividade foi expressa em unidade por minuto por

grama de tecido fresco ( $U \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ), segundo o método de Teisson (1979).

#### **Atividade da polifenoloxidase**

A extração e determinação da atividade enzimática foram realizadas de acordo com o método proposto por Matsumo e Uritane (1972). A atividade foi expressa em unidade por minuto por grama de tecido fresco ( $U \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ), segundo o método de Teisson (1979).

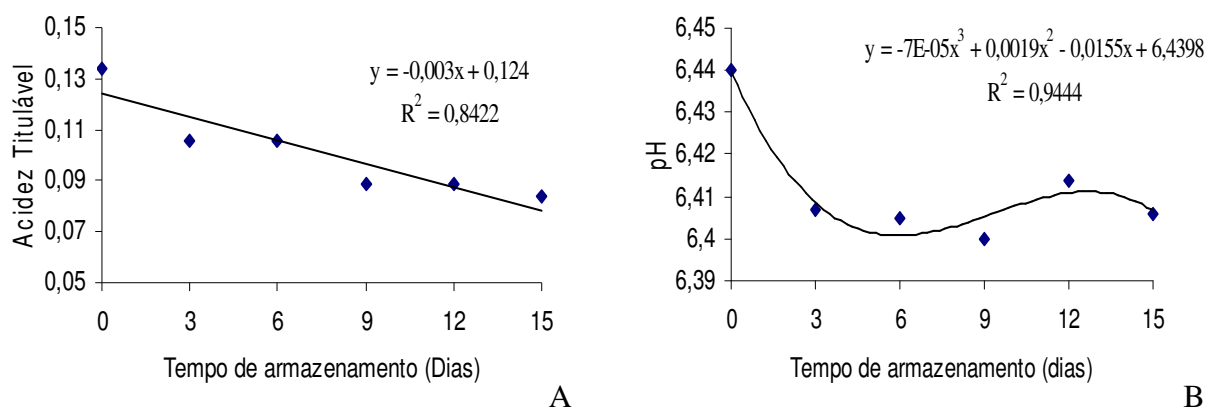
#### **Atividade da fenilalanina amônia liase**

A extração foi feita com base na técnica preconizada por Rhodes e Woollorton (1971). A atividade enzimática foi expressa em  $U \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ , definida como conteúdo de enzima que produz um aumento de 0,01 por minuto na absorvância a 290 nm.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após análise de variância, as médias, quando significativas, foram comparadas, pelo teste de Tukey, a 1% e 5% de probabilidade. Os modelos de regressões polinomiais foram selecionados com base na significância do teste de F de cada modelo testado e também pelo coeficiente de determinação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As variáveis acidez titulável e pH foram afetadas significativamente apenas pelo tempo de armazenamento. Houve diminuição da acidez ao longo do armazenamento, este fato deve-se, possivelmente, à atividade metabólica mais acentuada das mandioquinhas-salsa minimamente processadas induzindo maior consumo de ácidos orgânicos. Os ácidos orgânicos sintetizados por meio da oxidação, decarboxilação e, em alguns casos, carboxilação de outros ácidos ou açúcares, são armazenados nos vacúolos da célula e utilizados na rota dos ácidos tricarbóxicos, durante a respiração (Kays, 1991). O pH apresentou valor inicial de 6,44 chegando a um mínimo de 6,40 no nono dia de armazenamento, sendo assim o pH variou muito pouco com o tempo, apresentando um pequeno decréscimo (Figura 1A e B).



**Figura 1** - Valores médios de acidez titulável e pH de mandioquinhas-salsa minimamente processadas, tratadas com diferentes antioxidantes e armazenadas a 5°C por quinze dias.

Houve efeito interativo dos fatores estudados, sobre os valores  $a^*$  e  $b^*$ . Observaram-se aumentos no valor  $a^*$ , independentemente do tratamento químico, durante o armazenamento. O tratamento ácido ascórbico 1% foi efetivo em retardar o escurecimento e manter a qualidade visual de mandioquinhas-salsa minimamente processadas. As fatias tratadas com cisteína 0,5% e ácido ascórbico 1% + cisteína 0,5% desenvolveram coloração rósea principalmente na região vascular, o que influenciou maiores valores de  $a^*$  para ambos os tratamentos (Tabela 1). Vilas Boas e Kader (2006), relatam que o uso de cisteína em concentrações abaixo de 0,5% e pH 7 aumenta a incidência de coloração rósea, especialmente nas áreas do sistema vascular de bananas. Segundo Richard-Forget et al. (1992), a aplicação de

cisteína em vegetais fatiados pode levar à indesejável formação de pigmentos amarelos, violáceos ou róseos. Os autores sugerem que o desenvolvimento da coloração rósea em tecidos vegetais esteja associado à presença do substrato fenólico epicatequina. Os tratamentos com antioxidantes foram efetivos em retardar a partir do sexto dia de armazenamento a diminuição do valor  $b^*$ , que pode ser associada à perda parcial da coloração amarela das fatias. Nenhuma diferença foi observada, até o décimo segundo dia, entre os antioxidantes, embora no décimo quinto dia a combinação de cisteína + ácido ascórbico tenha se destacado, em comparação ao ácido ascórbico (Tabela 1). Não houve efeito dos antioxidantes e tempo de armazenamento sobre o valor  $L^*$ . Sendo observado valor médio de 78,89 para esta variável.

**Tabela 1.** Valores médios de valor  $a^*$  de mandioquinhas-salsa minimamente processadas, tratadas com diferentes antioxidantes e armazenadas a 5°C por quinze dias.

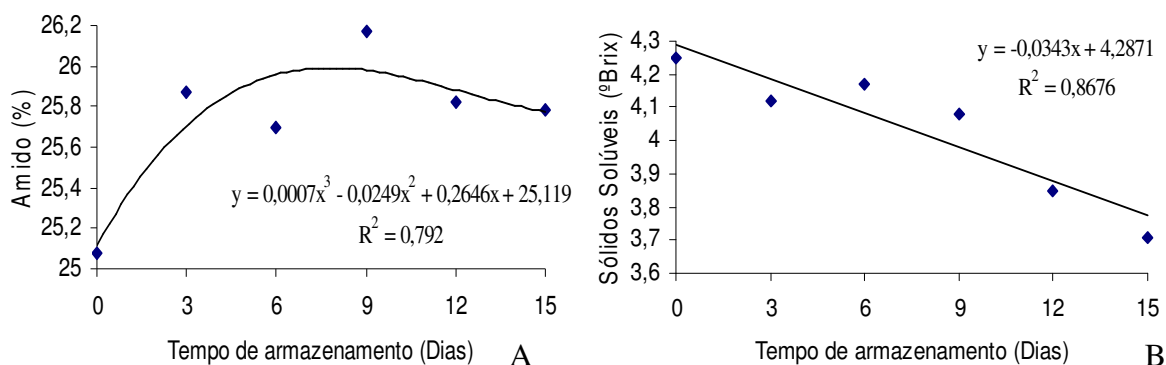
| Tratamentos     | Dias de armazenamento |         |          |         |          |          |
|-----------------|-----------------------|---------|----------|---------|----------|----------|
|                 | 0                     | 3       | 6        | 9       | 12       | 15       |
| <b>Valor A*</b> |                       |         |          |         |          |          |
| 1               | -2,6 ab               | -1,52 b | -1,30 b  | -1,01 b | 0,97 c   | 1,87 b   |
| 2               | -2,69 a               | -1,44 b | -1,05 c  | -1,02 b | 0,67 b   | 2,38 c   |
| 3               | -2,78 a               | -2,33 a | -1,82 a  | -1,55 a | -1,34 a  | 0,35 a   |
| 4               | -2,38 b               | -1,34 b | -1,14 ac | -1,21 b | 0,99 c   | 2,69 d   |
| <b>Valor B*</b> |                       |         |          |         |          |          |
| 1               | 48,12 a               | 44,37 a | 34,16 b  | 36,07 b | 36,81 b  | 34,30 c  |
| 2               | 48,21 a               | 45,98 a | 42,09 a  | 40,91 a | 40,63 a  | 39,92 ab |
| 3               | 48,29 a               | 44,61 a | 42,20 a  | 40,64 a | 39,58 a  | 37,37 b  |
| 4               | 48,94 a               | 44,38 a | 41,40 a  | 39,50 a | 38,70 ab | 40,73 a  |

1) Controle; 2) Cisteína 0,5%; 3) Ácido ascórbico 1%; 4) Cisteína 0,5% + ácido ascórbico 1%. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Houve interação significativa entre os fatores antioxidantes e tempo de armazenamento para a variável atividade da fenilalanina amônio-liase. A atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase não foi afetada pelos fatores estudados antioxidantes e tempo de armazenamento, apresentando atividades médias de 105,4 e 52,09 ( $\text{U}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ), respectivamente. O tratamento com ácido ascórbico 1% foi o mais efetivo em manter menor atividade da fenilalanina amônio-liase. Foi observado um esbranquiçamento na superfície fatias tratadas, controle e tratadas com cisteína 0,5%. Tal fato ocorre em outros produtos minimamente processados, como cenoura e beterraba, e é denominado “white blush” por alguns pesquisadores. Enquanto para alguns grupos de pesquisadores o esbranquiçamento é resultado da desidratação das células superficiais, devido aos danos causados pelo processamento (Tatsumi et al., 1993), para outros é devido à formação de lignina na superfície dos cortes, através da ação da enzima fenilalanina amônio-liase (Bolin e Huxsoll, 1991). Para um terceiro grupo, o esbranquiçamento é causado pela combinação de dois processos, a desidratação e a formação de lignina (Cisneros-Zevallos et al., 1995). A desidratação se reflete em uma mudança de cor reversível que é tanto mais acentuada quanto maior a perda de água pela cenoura, enquanto a ativação de metabolismo fenólico e a produção de lignina resultam em uma mudança de cor irreversível. Tal fato também pode ser atribuído à formação de traumatina, conhecida como hormônio do fermento, que esta envolvida no processo de divisão celular e formação de calos em resposta a ferimentos (Siedow, 1991).

Cantos et al. (2002), avaliaram o efeito do processamento mínimo sobre a atividade das enzimas polifenoloxidase, peroxidase e fenilalanina amônio-liase e nos compostos fenólicos de cinco cultivares de batatas e não encontraram correlação significativa entre o grau de escurecimento e quaisquer das variáveis investigadas. No presente trabalho, comportamento semelhante foi observado para a atividade da peroxidase e PFO nos tratamentos avaliados para mandioquinhas-salsa minimamente processadas.

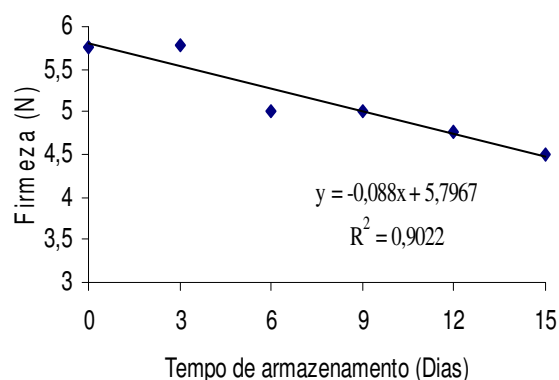
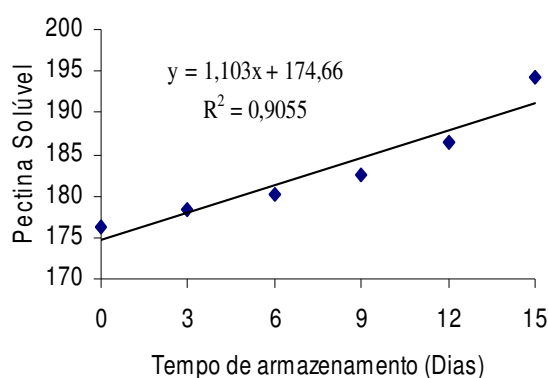
Os teores de amido e sólidos solúveis foram afetados significativamente apenas pelo tempo de armazenamento, não tendo sido influenciados pelo fator antioxidantes, enquanto o teor de açúcares solúveis não foi influenciado por nenhum dos fatores estudados. A variável amido apresentou valor inicial de 25,08 chegando a um máximo de 26,17 no nono dia, apresentando pequena variação ao longo do armazenamento. Os teores de amido observados no presente trabalho são semelhantes aos encontrados por Leonel e Cereda (2002) ao estudar mandioquinha-salsa (16,91 – 25,49%). Observou-se redução significativa dos sólidos solúveis ao longo do armazenamento (Figura 2 A e B). O comportamento dos teores de sólidos solúveis no produto pode ser relacionado ao estress mecânico provocado pelo processamento mínimo e à senescência das raízes. O açúcar é consumido nos processos respiratório e fermentativo, com produção de  $\text{CO}_2$ , água e ácidos orgânicos, respectivamente. Tais processos contribuem para a redução dos sólidos solúveis com o tempo, cujos valores estão associados à diferença entre liberação e degradação de açúcares (Pineli et al., 2005).



**Figura 2** - Valores médios de amido (%) e sólidos solúveis (°Brix) de mandioquinhas-salsa minimamente processadas, tratadas com diferentes antioxidantes e armazenadas a 5°C por quinze dias.

As variáveis pectina solúvel e firmeza foram afetadas significativamente apenas pelo tempo de armazenamento. Houve aumento na solubilização das pectinas e diminuição da firmeza (Figura 3). Não houve efeito dos antioxidantes e tempo de armazenamento sobre a atividade da poligalacturonase. A atividade média apresentada por esta enzima foi de 7,94 ( $\text{U}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Não foi detectada atividade da enzima pectinametilesterase nas fatias controle e tratadas com antioxidantes durante os 15 dias de armazenamento.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o processo de solubilização das pectinas contribui para o amaciamento dos tecidos em decorrência da redução da força de coesão entre as células e que a firmeza está relacionada com a força necessária para que o produto atinja uma dada deformação, dando uma idéia das transformações na estrutura celular, da coesão das células e das alterações bioquímicas, ocorridas durante a vida útil do produto em consequência da perda de turgor celular e/ou da ação de enzimas hidrolíticas da parede celular.



A

B

**Figura 3** - Valores médios de pectina solúvel (A) e firmeza (B) de mandioquinhas-salsa minimamente processadas, tratadas com diferentes antioxidantes e armazenadas a 5°C por quinze dias.

## CONCLUSÃO

A mandioquinha-salsa cultivar Amarela de Senador Amaral minimamente processada apresentou uma melhor qualidade quando tratada com o antioxidante ácido ascórbico 1%, caracterizando um produto com maiores valores de  $b^*$ , menores valores de  $a^*$ , maior atividade da fenilalanina amônio-liase.

## RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar o efeito de diferentes antioxidantes na prevenção do escurecimento, durante o armazenamento, de mandioquinhas-salsa minimamente processadas. As raízes da cv. Amarela de Senador Amaral foram selecionadas, lavadas, sanificadas, descascadas e fatiadas. As fatias sanificadas foram imersas nos seguintes tratamentos: controle (água destilada), cisteína 0,5%, ácido ascórbico 1% e cisteína 0,5% + ácido ascórbico 1%. Em seguida, embaladas e armazenadas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e 98% UR) por 15 dias. Amostras foram analisadas a cada 3 dias. O

delineamento experimental foi inteiramente casualizado em fatorial 4 x 6, sendo 4 tratamentos químicos (controle, solução de cisteína 0,5%, solução de ácido ascórbico 1% e solução de ácido ascórbico 1% + cisteína 0,5%) e 6 períodos de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), com 3 repetições e os resultados foram analisados estatisticamente. A mandioquinha-salsa cultivar Amarela de Senador Amaral minimamente processada apresentou uma melhor qualidade quando tratada com o antioxidante ácido ascórbico 1%, que determinou um produto com maiores valores de  $b^*$ , menores valores de  $a^*$ , maior atividade da fenilalanina amônio-liase.

**palavras-chave:** Escurecimento enzimático, armazenamento, processamento mínimo

## AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa de doutorado e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

Arêas, J. A. G. e Lajolo, F. M. (1980),

- Determinação enzimática específica de amido, glicose, frutose e sacarose em bananas pré-climatéricas e climatéricas. *Anais de Farmácia e Química de São Paulo*, **20**, 307-318.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. (1992), Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 12.Ed. Washington, 1015p.
- Bolin, H. R and Huxsoll, C. C. (1991), Effect of preparation and storage parameters on quality retention of salad-lettuce. *Journal of Food Science*, **56**, 60-62.
- Cantos, E.; Tudela, J. A.; Gil, M. I.; Espín, J. C. (2002), Phenolic compounds and related enzymes are not rate-limiting in browning development of fresh-cut potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, 3015-3023.
- Chitarra, M. I. F. e Chitarra, A. B. (2005), Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio. 2.Ed. UFLA, 785p.
- Cineros-Zevallos, L.; Saltveit, M. E.; Krochta, J. M. (1995), Mechanism of surface white discoloration of peeled (minimally processed) carrots during storage. *Journal of Food Science*, **60**, 320-324.
- Deiting, U.; Zrenner, R.; Stitt, M. (1998) Similar temperature requirement for sugar accumulation and for the induction of new forms of sucrose phosphate synthase and amylase in cold-stored potato tubers. *Plant Cell and Environment*, **21**, 127-138.
- Dixon, R. A. and Paiva, N. L. (1995), Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *Plant Cell*, **7**, 1085-1097.
- Ferreira, D. F. (2000), Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, São Carlos-SP, **45**, 2000, 235p.
- Haminiuk, C. W. I.; Oliveira, C. R. G.; Baggio, E. C. R.; Masson, M. L. (2005), Efeito de pré-tratamentos no escurecimento das cultivares de maçã Fuji e Gala após o congelamento. *Ciência e Agrotecnologia*, **29**, 1029-1033.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (1985), Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.Ed. São Paulo, **1**, 533p.
- Kays, S. J. (1991), Postharvest physiology of perishable plant products, Van Nostrand-Reinhold. New York, 532p.
- Lana, M. M.; Tijssens, L. M. M.; Kooten, O. Van. (2005), Effects of storage temperature and fruit ripening of fresh cut tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*, **35**, 87-95.
- Leonel, M. e Cereda, M. P. (2002), Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, **22**, 65-69.
- Matsumo, H. e Uritani, I. (1972), Physiological behavior of peroxidase enzymes in sweet potato root tissue injured by cutting or back root. *Plant and Cell Physiology*, **13**, 1091-1101.
- Mccready, P. M. and Mccomb, E. A. (1952), Extraction and determination of total pectic material. *Analytical Chemistry*, **24**, 1586-1588.
- Nelson, N. A. (1944), Photometric adaptation of somogyi method for the determination of glucose. *Journal of Biological Chemistry*, **135**, 136-175.
- Pineli, L. L. O.; Moretti, C. L.; Almeida, G. C.; Onuki, A. C. A.; Nascimento, A. B. G. (2005) Caracterização química e física de batatas 'Ágata' minimamente processadas, embaladas sob diferentes atmosferas ativas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **40**, 1035-1041.
- Richard-Forget, F. C.; Goupy, P. M.; Nicolas, J. J. (1992), Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 2. Kinetic studies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **40**, 2108-2113.
- Santos, H. P. e Valle, R. H. P. (2005), Influência da sanificação sobre a qualidade de melão 'Amarelo' minimamente processado: parte II. *Ciência e Agrotecnologia*, **29**, 1034-1038.
- Siedow, J. N. (1991), Plant lipoxygenase: structure

- and function. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, **42**, 145-188.
- Tatsumi, Y.; Watada, A. E.; Ling, P. P. (1993), Sodium chlorine treatment or waterjet slicing effects on white tissue development of carrot sticks. *Journal of Food Science*, **58**, 1390-1392.
- Dische, Z. (1962), General color reactions. In: Whistler, R. L.; Wolfram, M. L. (Ed.). *Carbohydrate chemistry*. New York: Academic, 477-512.
- Hultin, H.O.; Sun, B.; Bulger, J. (1966), Pectin methyl esterases of the banana. Purification and properties. *Journal of Food Science*, **31**, 320-327.
- VILAS BOAS, E. V. de B. Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balsiniana* grupo AAB)  $\gamma$ -irradiada. 1995. 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- Buescher, R.W. and Furmanski, R. J. (1978), Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. *Journal of Food Science*, **43**, 264-266.
- Markovic, O.; Heinrichová, K.; Lenkey, B. (1975), Pectolytic enzymes from banana. *Collection Czechoslovak Chemistry Community*, **40**, 769-774.
- Ratner, A.; Goren, R.; Monseline, S. P. (1969), Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. *Plant Physiology*, **44**, 1717-1723.
- Rhodes, M. J. C. and Wooltorton, L. S. C. (1971), Changes in the activity of enzymes of phenylpropanoid metabolism in tomatoes stored at low temperatures. *Phytochemistry*, **16**, 655-659.
- Teisson, C. (1979), Lê brunissement interne de l'ananás. I-Historique. II- Material e métodos. *Fruits*, **34**, 245-281.
- Vilas Boas, E. V. de B. and Kader, A. A. (2006) Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana. *Postharvest Biology and Technology*, **39**, 155-162.