

## ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS INERENTES AO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MANDIOCA NO FORMATO PALITO

Mateus da Silva Junqueira<sup>1</sup>, Luciano José Quintão Teixeira<sup>1</sup>, Sergio Henriques Saraiva<sup>1</sup>, Wilmer Edgard Luera Peña<sup>1</sup>, Salatir Rodrigues Júnior<sup>1</sup>

1- Professor doutor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Caixa postal 16, ([mateus@cca.ufes.br](mailto:mateus@cca.ufes.br))

### RESUMO

Objetivou-se avaliar, em duas cultivares de mandioca, o efeito do processamento mínimo, no formato palito, sobre características fisiológicas, em duas cultivares, por 12 dias de conservação. Mandiocas das cultivares Cacau e Amarela, colhidas aos 12 e 14 meses, foram minimamente processadas no formato palito e mantidas em sacos de polipropileno (PP), a  $5 \pm 1$  °C,  $90 \pm 5$  % UR. Foram realizadas análises fisiológicas, caracterizadas pelo consumo de O<sub>2</sub>, produção de CO<sub>2</sub> e produção de etileno. Palitos de mandioca da cultivar Amarela exibiram maior produção de CO<sub>2</sub> e de etileno do que os da cultivar Cacau, além do maior consumo de O<sub>2</sub>. Houve tendência de mandiocas colhidas aos 14 meses produzirem mais CO<sub>2</sub> e etileno do que aos 12 meses.

**PALAVRAS-CHAVE:** mandioca, processamento mínimo, alterações, conservação

### PHYSIOLOGIC ALTERATIONS INHERENT TO CASSAVA FRESH-CUT STICKS

#### ABSTRACT

It was aimed at to evaluate, in two cultivars of cassava, the effect of the fresh-cut, in the stick format, on the physiological characteristics by 12 days of storage. The Cacau and Amarela Cassava cultivars harvested at 12 and 14 months were fresh-cut in the stick format and kept in polypropylene bags (PP) at  $5 \pm 1$  °C and at  $90 \pm 5$  % RH. It was performed the following physiological analysis: consumption of O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> production and ethylene production. Cassava Sticks of Amarela cultivar exhibited higher production of CO<sub>2</sub> and ethylene than those of Cacau cultivar, in addition to greater consumption of O<sub>2</sub>. There was a tendency of the cassava harvested at 14 months to produce more CO<sub>2</sub> and ethylene than the cassava harvested at 12 months.

**KEYWORDS:** cassava, fresh-cut, alterations, conservation

### INTRODUÇÃO

Alterações metabólicas relacionadas com o metabolismo respiratório, etileno, injúrias mecânicas, além de desordens fisiológicas e contaminação microbiana causam a deterioração pós-colheita das hortaliças. (LANA e FINGER, 2000; SCALON *et al.*, 2002). Tais efeitos são comumente observados em produtos minimamente processados.

O processamento mínimo consiste na aplicação de operações tais como seleção, lavagem, sanitização, descasque e corte, seguidos de centrifugação, embalagem e refrigeração, fornecendo alimentos de qualidade, conveniência e frescor (WILEY, 1994; MORETTI, 2004).

No entanto, os cortes e danos mecânicos resultam em aumento das taxas de respiração e produção de etileno, com efeitos observados muito rapidamente, muitas vezes dentro de poucos minutos a poucas horas (SALTVEIT, 1997; AGUAYO *et al.*, 2004; MORETTI, 2007; HEREDIA *et al.*, 2009).

O aumento na taxa respiratória do tecido vegetal é, provavelmente, uma das consequências da biossíntese induzida de etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), que estimula a respiração (BRECHT, 1995). Atividade respiratória é um processo metabólico que fornece a energia para as células vegetais permanecerem vivas e desenvolverem processos fisiológicos e bioquímicos (ARTÉS e ALLENDE, 2005). O C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> é produzido naturalmente, gás regulador de crescimento que tem numerosos efeitos sobre o armazenamento de muitos produtos hortícolas e afeta atributos que contribuem para a qualidade (SALTVEIT, 1997).

Normalmente, baixos níveis de O<sub>2</sub>, combinados com níveis moderados de CO<sub>2</sub>, são aplicados para estender a vida de prateleira de produtos minimamente processados, e as condições de conservação dependerão das características metabólicas do produto específico (KADER *et al.*, 1989). O tipo de embalagem, a concentração inicial de gases da atmosfera, a respiração, a temperatura de conservação e o peso dos produtos são fatores que levam a mudanças na concentração interna de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, medida ao longo do tempo (MONTERO-CALDERÓN *et al.*, 2008).

Um fator de importância é a qualidade da mandioca para o consumo. A idade de colheita influi na qualidade de raízes inteiras de mandioca (SAGRILLO, 2003), parecendo ser mais importante para o tempo de cozimento e qualidade culinária do que a influência de cultivar (BELEIA *et al.*, 2004).

A técnica de processamento mínimo, aliada a um novo formato, como o palito, poderia disponibilizar um substituto em potencial para a batata palito, além de um incremento no consumo da mandioca, que, comercializada “in natura”, possui baixo valor de mercado. No entanto, a escolha da época de colheita e cultivar mais adequadas podem fornecer condições de oferecer produto de melhor qualidade.

Objetivou-se com este trabalho avaliar as características fisiológicas duas cultivares de mandioca minimamente processadas no formato palito, em duas idades de colheita, durante a conservação refrigerada.

## METODOLOGIA

### Obtenção da matéria-prima

Plantas de mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, das cultivares Cacau e Amarela foram produzidas por produtor de Viçosa-MG, plantadas em janeiro de 2008 com espaçamento 1,0 m x 0,50 m e irrigadas três vezes por semana. Foram colhidas aos 12 e 14 meses após o plantio, janeiro e março de 2009, respectivamente. Após a colheita das raízes, foi retirado o excesso de solo aderido e as mesmas acondicionadas em caixas plásticas e transportadas no mesmo dia para a Unidade de Processamento Mínimo na UFV.

## **Processamento Mínimo**

As raízes de mandioca foram padronizadas quanto ao tamanho, descartando-se as raízes que apresentavam ataque por patógenos e pragas. As raízes selecionadas foram lavadas em água corrente para a eliminação de sujidades provenientes do campo e sanitizadas em solução de 200 mg.L<sup>-1</sup> de cloro ativo (Dicloro-S-Triazinatriona Sódica), em água a 5 ± 2 °C, por 10 minutos.

As raízes de mandioca foram fracionadas em toletes de ± 5 cm de comprimento, colocados imediatamente em água a 5 ± 2 °C e posteriormente descascados manualmente e cortados em palitos, com auxílio do cortador mecânico desenvolvido.

Os palitos de mandioca foram imersos em água contendo 200 mg.L<sup>-1</sup> de cloro ativo (Dicloro-S-Triazinatriona Sódica), a 5 ± 2 °C, por 10 minutos, com posterior enxágue dos palitos por imersão em água contendo 3 mg.L<sup>-1</sup> de cloro ativo, a 5 ± 2 °C por 10 minutos.

A centrifugação foi realizada utilizando uma centrífuga de aço inox, com força de 160 g, por 10 segundos.

## **Conservação**

Amostras de 200 g de mandioca palito foram acondicionadas em sacos de polipropileno de 10 cm x 15 cm, com aproximadamente 60 micrômetros de espessura (MEDEIROS, 2009). Foram mantidas em expositores refrigerados a 5 ± 1 °C e 90 ± 5 % de UR, por um período de 12 dias, procedendo-se às análises, a cada três dias.

## **Análises fisiológicas**

### **Gás Carbônico e Oxigênio na Embalagem**

A concentração de gases foi determinada com um analisador de gases 6600 da Illinois Instruments, com o CO<sub>2</sub> por detector infravermelho e o O<sub>2</sub> por sensor eletroquímico de zircônio. Amostras foram retiradas das embalagens que continham aproximadamente 200g de mandioca minimamente processadas. Uma agulha conectada a um tubo ligado ao aparelho foi introduzida nas embalagens, e a atmosfera interna foi succionada por 10 segundos, após homogeneização do interior da embalagem, com o auxílio de uma seringa de 10 mL. O resultado foi expresso em porcentagem.

### **Etileno na Embalagem**

A concentração de etileno foi determinada por cromatografia gasosa, em cromatógrafo. A coleta das alíquotas, de 1 mL, foi feita com auxílio de seringas plásticas descartáveis, das embalagens com aproximadamente 200 g de mandioca minimamente processadas, após homogeneização da atmosfera no seu interior. Essas alíquotas foram injetadas em um cromatógrafo a gás modelo HP 5890 série II, com detector de ionização de chama (FID) e coluna de aço inoxidável (1,0 m x 6,0 mm), empacotada com Poropak-N (80 - 100 mesh). As temperaturas da coluna, detector e injetor foram 60, 150 e 110 °C, respectivamente, e os fluxos do gás de arraste (nitrogênio), do ar sintético e do hidrogênio foram de 30, 320 e 30 cm<sup>3</sup> min<sup>-1</sup>, respectivamente. A quantificação de etileno foi feita pela comparação das áreas dos picos das amostras obtidas no Software (Peak Simple, Version 3.92) acoplado ao cromatógrafo, com áreas de picos de mistura do padrão de etileno de concentração conhecida.

## **Análise Estatística**

O delineamento experimental para foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 2x5 (duas cultivares e cinco tempos de conservação), sendo cada unidade experimental constituída de 200 g de mandioca

minimamente processada e embalada. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias entre cultivares comparadas pelo teste F, e entre os tempos de conservação foi realizado teste de regressão a 5 % de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análises fisiológicas

#### Oxigênio na Embalagem

A concentração de O<sub>2</sub> decresceu significativamente até o 9º dia de conservação para ambas as cultivares e idade de colheita (Figura 1). Palitos de mandioca minimamente processados da cultivar Amarela consumiram mais O<sub>2</sub> do que os palitos da cultivar Cacau, nas duas idades de colheita. Palitos colhidos aos 14 meses consumiram mais O<sub>2</sub> do que colhidos aos 12 meses (Figura 1). Em trabalhos com mandioca tolete minimamente processada, foi verificada redução de O<sub>2</sub> de 21 % para 6 %, aos 12 dias de conservação, quando se utilizaram bandejas de polipropileno envoltas com filme de PVC (SILVA *et al.*, 2003). Cenouras bastão mantidas em bandejas de polietileno tereftalato (PET) envolvidas com filme de polipropileno microperfurado apresentaram níveis de O<sub>2</sub> entre 6 % e 8 % após 12 dias a 4 °C (SIMÕES, 2008). Uma das respostas mais comuns ao corte é um aumento na taxa respiratória, consumindo o O<sub>2</sub> da embalagem (ESCALONA *et al.* 2003; SALTVEIT *et al.*, 2005). A partir do 9º dia, a concentração de O<sub>2</sub> dentro das embalagens entrou em equilíbrio para ambas as cultivares e idades de colheita.

Possivelmente os palitos de mandioca Amarela consumiram mais O<sub>2</sub> por terem o metabolismo aumentado, em consequência do maior estresse durante o corte, por maior força ao serem cortados no cortador mecânico. Além disso, é possível que tenha ocorrido maior consumo de O<sub>2</sub> na mandioca Amarela devido à oxidação de pigmentos, porque a presença de oxigênio favorece e promove com maior intensidade a oxidação dos pigmentos (MARCHESI *et al.*, 2006), o que foi associado com a redução do teor de carotenóides para esta cultivar ao longo da conservação.

Logo, palitos de mandioca da cultivar Cacau respondem melhor ao corte e conservação do que palitos da cultivar Amarela.

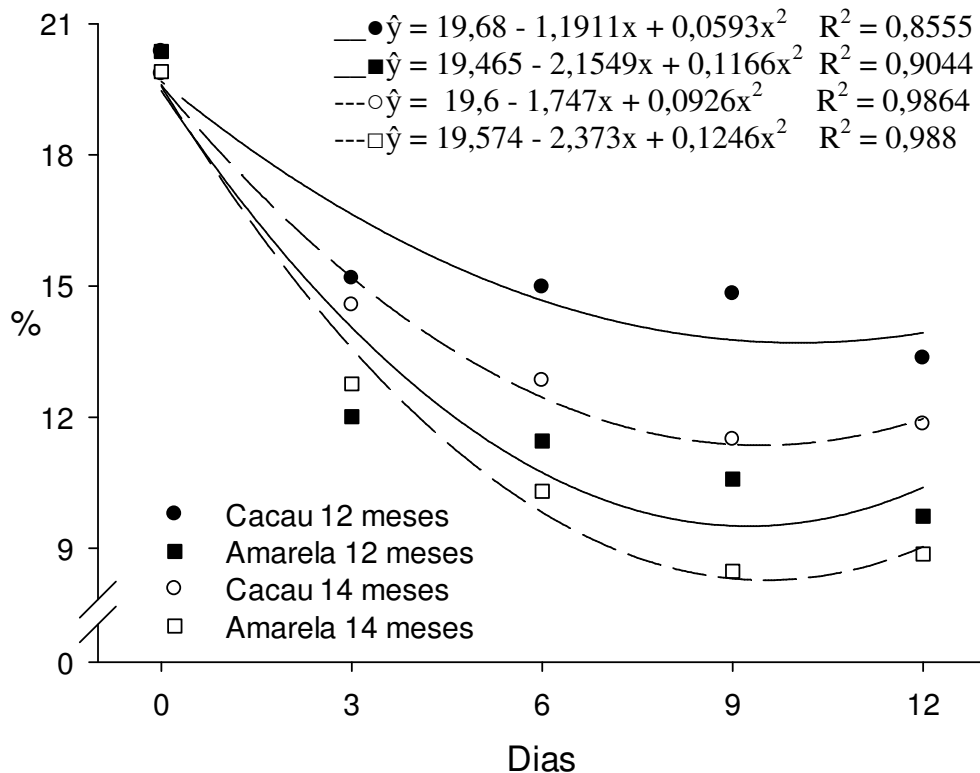


Figura 1. Concentração de O<sub>2</sub> em embalagens de palitos de mandioca minimamente processados, da cultivar Cacau colhida aos 12 meses (●) e aos 14 meses (○), e da cultivar Amarela colhida aos 12 meses (■) e aos 14 meses (□), conservados a 5 °C por 12 dias.

### Dióxido de Carbono na Embalagem

A produção de CO<sub>2</sub> aumentou significativamente até o 9º dia de conservação para os palitos de mandioca de ambas as cultivares e idade de colheita, e a partir do 9º dia, a concentração de CO<sub>2</sub> dentro das embalagens entrou em equilíbrio (Figura 2). Palitos de mandioca minimamente processados da cultivar Amarela produziram mais CO<sub>2</sub>, em torno de 5 %, do que os palitos da cultivar Cacau, que produziram 3 % de CO<sub>2</sub>, no final da conservação para as duas idades de colheita (Figura 2). Houve diferença entre idades de colheita para a cultivar Cacau, no entanto, superior aos 14 meses para a cultivar Amarela.

Efeito semelhante ocorreu em cenouras bastão, que, mantidas em bandejas PET envolvidas com filme de polipropileno microperfurado, apresentaram níveis de CO<sub>2</sub> próximos a 10 % (SIMÕES, 2008). A atmosfera interna de bandejas de polipropileno envoltas com filme de PVC, contendo mandioca tolete minimamente processada, exibiu 2 % de CO<sub>2</sub> aos 14 dias de conservação (SILVA *et al.*, 2003), valor inferior ao encontrado para as mandiocas palito. A respiração, induzida pelo dano causado durante o corte, tem sido associada a uma maior síntese de enzimas envolvidas na cadeia respiratória e por um aumento temporário na respiração aeróbia de cenouras minimamente processadas (SURJADINATA *et al.*, 2003).

Os palitos de mandioca da cultivar Amarela podem ter produzido mais CO<sub>2</sub> em função do maior estresse durante o corte, aumentando seu metabolismo como resposta, por maior força para serem cortadas no cortador mecânico. Outra possibilidade é a constituição genética de cada cultivar, que pode expressar

diferencialmente a síntese de enzimas e metabólitos e, conseqüentemente, exibir sensibilidade distinta a estresses.

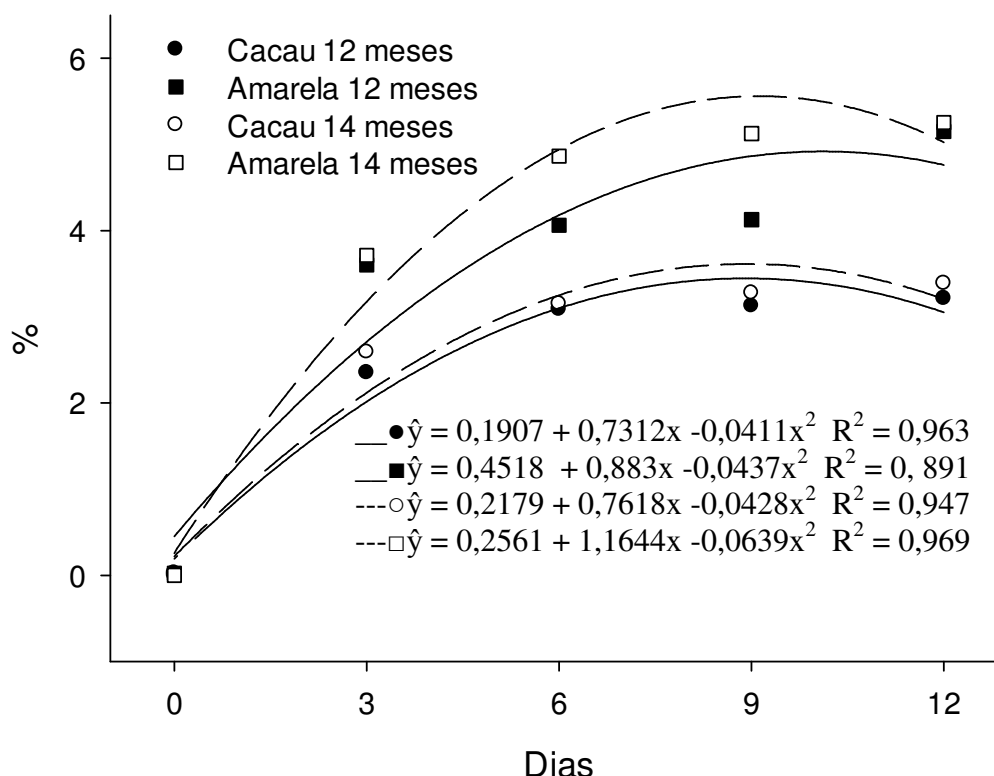


Figura 2. Concentração de CO<sub>2</sub> em embalagens de palitos de mandioca minimamente processados, da cultivar Cacau colhida aos 12 meses (●) e aos 14 meses (○), e da cultivar Amarela colhida aos 12 meses (■) e aos 14 meses (□), conservados a 5 °C por 12 dias.

### Etileno na Embalagem

A produção de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> aumentou significativamente durante o período de conservação para os palitos minimamente processados de mandioca de ambas as cultivares e idade de colheita (Figura 3). Palitos de mandioca minimamente processados da cultivar Amarela produziram mais C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> do que os palitos da cultivar Cacau, nas duas idades de colheita, a partir do sexto dia de conservação. Palitos colhidos aos 14 meses produziram mais C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> do que colhidos aos 12 meses, para ambas as cultivares (Figura 3). Foi verificado que mandioca Cacau, minimamente processada no formato tolete em embalagens de polipropileno, exibiu concentração de etileno de 7,1 µL.L<sup>-1</sup> após 12 dias de conservação a 8 °C (MEDEIROS, 2009). O etileno produzido por dano mecânico é referido como hormônio do estresse, atuando como um mediador do sinal de dano, induzindo a expressão de genes de defesa (WATANABE e SAKAI, 1998).

É provável que a cultivar Amarela seja geneticamente mais sensível a danos mecânicos do que a cultivar Cacau, exibindo maior produção de etileno em resposta ao dano, ou até mesmo que os palitos de mandioca Amarela tenham produzido mais etileno pelo maior estresse durante o corte, com uso de maior força para serem cortados no cortador mecânico.

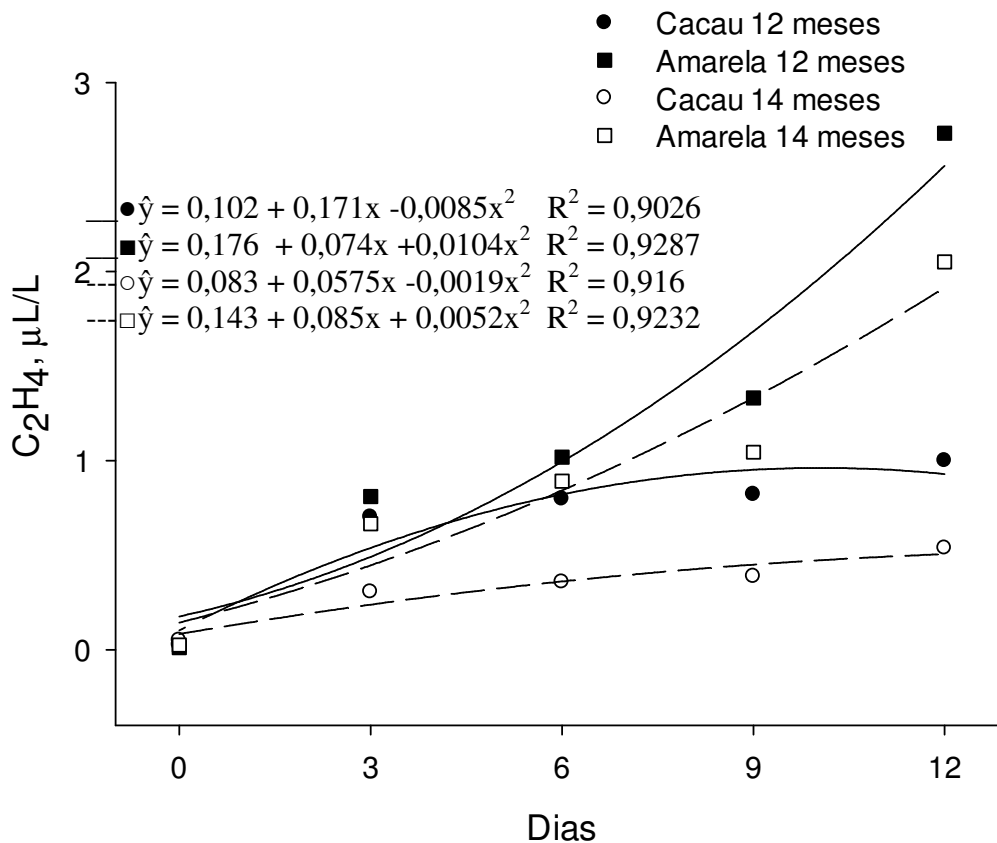


Figura 3. Concentração de etileno em embalagens de palitos de mandioca minimamente processados, da cultivar Cacau colhida aos 12 meses (●) e aos 14 meses (○), e da cultivar Amarela colhida aos 12 meses (■) e aos 14 meses (□), conservados a 5 °C por 12 dias.

## CONCLUSÕES

Os palitos de mandioca minimamente processados da cultivar Amarela são mais sensíveis aos danos do processamento do que os palitos da cultivar Cacau, exibindo maior produção de CO<sub>2</sub> e de etileno, independentemente da época de colheita.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUAYO, E., ESCALONA, V., ARTÉS, F.. Metabolic behavior and quality changes of whole and fresh processed melon. **Journal of Food Science** v.69, p.149–155, 2004.

ARTÉS F. e ALLENDE A.. Minimal Fresh Processing of Vegetables, Fruits and Juices. 677-716, IN: SUN, D.W. **Emerging technologies for food processing**. Elsevier Academic Press, 792p, 2005.

BELÉIA A., PRUDENCIO-FERREIRA S.H., YAMASHITA F., SAKAMOTO T.M. e ITO L.. Sensory And Instrumental Texture Analysis Of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Roots. **Journal of Texture Studies**, v.35, p.542–553, 2004.

BRECHT J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **Hortscience**, v.30, p.18-22, 1995.

ESCALONA V.H., AGUAYO E. e ARTÉS F. Quality and physiological changes of fresh-cut kohlrabi. **HortScience**, v.38, p.1148–1152, 2003..

HEREDIA J.B., CISNEROS-ZEVALLOS L.. The effect of exogenous ethylene and methyl jasmonate on pal activity, phenolic profiles and antioxidant capacity of carrots (*Daucus carota*) under different wounding intensities. **Postharvest Biology and Technology**, v.51; p.242–249, 2009.

KADER, A. A . Mode of action of oxygen and carbon dioxide on postharvest physiology of 'Bartlett' pears. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 258, p.161-167, 1989.

LANA, M.M.; FINGER, F.L, 2000. **Atmosfera modificada e controlada na conservação de produtos hortícolas**. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças.

MARCHESI C. M., CICHOSKI, A. J., ZANOELO, E. F., DARIVA, C. Influência das Condições de Armazenamento sobre os Pigmentos Cárneos e a Cor do Salame Italiano Fatiado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p. 697-704, 2006.

MEDEIROS, E. A. A. **Deterioração pós-colheita da mandioca minimamente processada**. 2009. 101p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MONTERO-CALDERÓN, M., ROJAS-GRAÜ M.A., MARTÍN-BELLOSO, O.. Effect of packaging conditions on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). **Postharvest Biology and Technology** v.50, p.182–189, 2008.

MORETTI, C.L. Panorama do processamento mínimo de hortaliças. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3, 2004, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, p.1-8.

MORETTI C.L., 2007. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. SEBRAE/EMBRAPA, 531p.

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G.; SCAPIM, C.A.; GONÇALVES VIDIGAL, M.C.; DINIZ, S.P.S.S.; MODESTO, E.C.; KVITSCHAL, M.V. Effect of harvest period on the quality of storage roots and protein content of the leaves in five cassava cultivars (*Manihot esculenta*, Crantz). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 46(2), 295-305, 2003.

SALTVEIT, M.E.. Physical and physiological changes in minimally processed fruits and vegetables. In: TOMAS-BARBERÁN, F.A., ROBINS, R.J. (Eds.), **Phytochemistry of Fruit and Vegetables**. Oxford University Press, New York, p.205–220, 1997.



SALTVEIT M.E., CHOI Y.J., TOMÁS-BARBERÁN F.A.. Involvement of components of the phospholipid-signalling pathway in wound-induced phenylpropanoid metabolism in lettuce (*Lactuca sativa*) leaf tissue, **Physiologia Plantarum** v.125, p.345–355, 2005.

SCALON, S.P.Q., ZÁRATE N.A.H., VIEIRA M.C.. Embalagem e temperatura na manutenção da qualidade pós-colheita de mandioquinha-salsa. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.559-563, 2002.

SILVA V.V., SOARES N.F.F., GERALDINE R.M.. Efeito da Embalagem e Temperatura de Estocagem na Conservação de Mandioca Minimamente Processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, p.197-202, 2003.

SIMÕES A.N. Caracterização anatômico-fisiológica e conservação de *cenoura* minimamente processada. 2008. 95p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SURJADINATA B.B. e CISNEROS-ZEVALLOS L.. Modeling wound-induced respiration of fresh-cut carrots (*Daucus carota* L.), **Journal of Food Science**, v.68, p.2735–2740, 2003.

WATANABE, T. e SAKAI, S.. Effects of active oxygen species and methyl jasmonate on expression of the gene for a wound-inducible 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase in winter squash (*Cucurbita maxima*). **Planta**, v.206, p.570–576, 1998.

WILEY, R.C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman & Hall, 1994. 368 p.