

ATIVIDADE RESPIRATÓRIA E QUALIDADE DE BETERRABA INTEIRA E MINIMAMENTE PROCESSADA

Alex Guimarães Sanches^{1*}; Maryelle Barros da Silva²; Elaine Gleice Silva Moreira²; Jaqueline Macedo Costa²; Carlos Alberto Martins Cordeiro³

SAP 13562 Data envio: 10/02/2016 Data do aceite: 19/10/2016
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 1, jan./mar., p. 55-61, 2017

RESUMO - A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma raiz tuberosa de grande importância agrícola e que vem ganhando espaço na linha de produtos minimamente processados. O conhecimento do comportamento respiratório e da qualidade pós-colheita dessa olerícola em função do processamento a qual é submetida é de fundamental importância para prolongar sua vida útil. As raízes foram armazenadas durante sete dias em refrigerador com temperatura de 5 ± 3 °C e avaliados diariamente quanto à taxa respiratória, produção de etileno, conteúdo de sólidos solúveis, acidez titulável, teor de ácido ascórbico e de betaleínas. Todas as características avaliadas apresentaram influência do tempo e da condição de armazenamento, inteira e processada, sobre o padrão respiratório e os atributos de qualidade. De modo geral, o armazenamento inteiro garantiu as melhores características em todas as variáveis avaliadas e na forma processada o corte em fatias manteve a preservação dos atributos relacionados à qualidade, ao metabolismo respiratório e aos pigmentos betalínicos, sendo, portanto, o recomendado para o processamento desta olerícola.

Palavras-chave: *Beta vulgaris* L., coloração, corte, metabolismo.

RESPIRATORY ACTIVITY AND QUALITY OF BEET MINIMALLY PROCESSED

ABSTRACT - Beet (*Beta vulgaris* L.) is a tuberous root of great agricultural importance and has been gaining value in the line of minimally processed products. The knowledge of the respiratory behavior and the postharvest quality of this vegetable, due to the processing to which it is submitted, has great importance to prolong its shelflife. The roots were stored for 7 days in a refrigerator at 5 ± 3 °C and evaluated daily for respiratory rate, ethylene production, soluble solids content, titratable acidity, ascorbic acid content and betaine. All the evaluated characteristics presented influence of the time and the condition of storage, in beet with and without processing, on the respiratory pattern and the attributes of quality. In general, the storage of no processed beet guaranteed the best characteristics in all evaluated variables, and in the processed form, the cut in slices maintained the preservation of attributes related to quality, respiratory metabolism and betalinic pigments, being therefore recommended for the processing of this root.

Key words: *Beta vulgaris* L., coloring, processing, metabolism.

INTRODUÇÃO

No Brasil, embora haja grande disponibilidade de produtos hortícolas acessíveis à substancial parcela da população, observam-se níveis inaceitáveis de perdas destes produtos devido a técnicas inadequadas adotadas desde a colheita até o armazenamento. Assim, o processamento mínimo de frutas e hortaliças pode contribuir com a redução de desperdícios, além de possibilitar maior praticidade e economia de tempo no preparo diário de alimentos, cada vez mais necessários ao agitado mundo moderno (ALVES et al., 2010).

Dentre as hortaliças minimamente processadas no Brasil, a beterraba (*Beta vulgaris* L.) vem aumentando a sua importância, ganhando espaço no mercado. A beterraba é uma raiz tuberosa de cor vermelho-arroxeadada

devido à presença de betalaínas, produtos naturais provenientes do metabolismo secundário e pertencentes ao grupo dos compostos secundários nitrogenados. Estes pigmentos, além de fornecer cor à beterraba, são importantes substâncias antioxidantes para a dieta humana, atuando na prevenção de alguns tipos de cânceres (VITTI et al., 2004).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2007), frutas e hortaliças minimamente processadas mantêm seus tecidos vivos e não exibem a mesma resposta fisiológica que um tecido intacto, tendo como consequência, o desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis e amaciamento dos tecidos. Esses mesmos autores complementam ainda que o aumento da perecibilidade de produtos minimamente processados está no aumento da

¹Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, UFC, Av. Mister Hull, CEP 60356-001, Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: alexsanhes.eng@gmail.com. *Autor para correspondência

²Engenheiras Agrônomas, Universidade Federal do Pará, UFPA, Av. Coronel José Porfírio, CEP 68370-000, Altamira, Pará, Brasil

³Dr., Professor Adjunto III da Universidade Federal do Pará, Rua Alameda Leandro Ribeiro, CEP 68600-000, Bragança, Pará, Brasil. E-mail: camcordeiro2006@gmail.com

taxa respiratória e na produção de etileno que aumentam a atividade enzimática devido à ruptura de muitas células.

Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento respiratório e os atributos de qualidade em raízes de beterraba na forma inteira e minimamente processada por um período de sete dias sob refrigeração.

MATERIAL E MÉTODOS

Raízes tuberosas de beterraba, cultivar Itapuã foram colhidas nas primeiras horas da manhã (06:00 h) em horta comercial localizada no município de Altamira, PA, aos 65 dias após o plantio. Estas foram acondicionadas em caixas de madeira, sendo então transportadas até o Laboratório de Tecnologia Pós-colheita da Faculdade de Engenharia Agrônômica, UFPA, campus Altamira, PA.

No laboratório, as raízes foram lavadas em água corrente para a retirada das sujidades oriundas do cultivo e em seguida, sanitizadas em solução contendo 5% de hipoclorito de sódio por cinco minutos. Após a sanitização, estas foram enxaguadas em água corrente visando a eliminação do sanificante e então secas em temperatura ambiente.

O processamento mínimo foi realizado com auxílio de uma faca de aço inoxidável previamente esterilizada, sendo primeiramente eliminadas folhas e posteriormente as raízes que apresentavam defeitos para o processamento. As raízes foram submetidas a três tipos de cortes: fatias (com tamanho médio de 6 cm de comprimento e 3 cm de largura), rodela (com diâmetro médio de 6 cm e largura de 3 cm) e cubos (com peso médio de 6 g e tamanho médio de 3 cm), além de raízes que foram mantidas inteiras.

Com o intuito de eliminar o excesso de água das raízes processadas provocadas pelo processamento, as mesmas foram colocadas em sacos de nylon e submersas em água destilada a 5 °C, seguido de centrifugação por 30 segundos com rotação média de 1.500 rpm.

As raízes foram acondicionadas em bandejas de isopor de poliestireno revestido com filme plástico de PVC 14 micras e acondicionadas em refrigerador a 5 °C ($\pm 1^\circ\text{C}$) e 85% (5% de UR), simulando a comercialização nos pontos de venda a varejo. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e dez repetições, sendo a parcela experimental composta por bandejas contendo 120 g de raiz minimamente processada ou não.

As análises de taxa respiratória e produção de etileno foram determinadas cinco vezes a cada uma hora no dia zero e posteriormente foram avaliadas diariamente por um período de sete dias. As amostras eram colocadas em frascos de vidro com capacidade de 2 L e vedados, e na tampa dos recipientes foi colocado um septo de silicone através do qual foram retiradas alíquotas (1 mL) da atmosfera interna dos mesmos, após 1 h.

A taxa respiratória e a produção de etileno foram determinadas por cromatografia gasosa em cromatógrafo Varian 3300. As amostras de cada repetição foram

colocadas em minicâmaras hermeticamente fechadas sendo calculado o gás do espaço livre dos recipientes através de analisadores eletrônicos de CO₂ e C₂H₄, marca Agri-Datalog. Com base na concentração de CO₂, no volume do espaço livre, na massa de frutos e no tempo de fechamento, foi calculada a respiração e a produção de etileno, sendo os valores expressos em mililitro de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ e $\eta\text{mol C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, respectivamente.

O conteúdo de sólidos solúveis, acidez titulável e o teor de ácido ascórbico foram determinados apenas ao longo do tempo de armazenamento, seguindo a metodologia descrita por AOAC (2005), sendo os resultados expressos em °Brix, g 100 g⁻¹ de ácido cítrico e g 100 g⁻¹ de ácido ascórbico polpa, respectivamente. Os teores de betalainas (betacianina e betaxantina) foram determinados seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade através do software estatístico BIOSTAT versão 4.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As raízes de beterraba minimamente processadas ou não apresentaram interação significativa quando avaliadas por um período de cinco horas e após sete dias de armazenamento refrigerado, tanto para a taxa respiratória quanto para a produção de etileno.

De acordo com a Tabela 1, nota-se que independente do tipo de corte adotado (fatias, rodela e cubos), houve aumento significativo da taxa respiratória quando comparadas as raízes mantidas inteiras, diferindo estatisticamente. Após 1 h de armazenamento, as raízes mantidas inteiras apresentaram valores médios de 12,13 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ em relação aos 19,35; 18,93 e 19,75 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ para fatias, rodela e cubos respectivamente (Tabela 1).

O pico respiratório das raízes de beterraba processadas ou não foi observada após quatro horas de armazenamento, quando as raízes mantidas inteiras apresentaram médias de 22,64 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ reduzindo para 16,54 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ ao fim de cinco horas, diferindo significativamente dos demais. Entre os tipos de cortes avaliados, nota-se menor taxa respiratória quando cortadas em fatias, verificando média de 42,91 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ ao fim de quatro horas, reduzindo para 34,57 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ após cinco horas de armazenamento, diferindo dos tratamentos com processamento na forma de rodela e cubos, cujas médias para os respectivos dias ultrapassaram 50 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ e mantiveram-se entre 46,50 e 47,76 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ em análise após cinco horas, respectivamente (Tabela 1).

Com relação ao comportamento respiratório ao longo de sete dias de armazenamento, observa-se uma oscilação nos valores médios em todas as formas de processamento mínimo realizadas ou não principalmente do primeiro para o segundo dia de avaliação em todos os tratamentos.

TABELA 1. Valores médios sobre a taxa respiratória (mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) em raízes de beterrabas inteiras e minimamente processadas após cinco horas de armazenamento.

Tratamentos	Horas após o armazenamento				
	1	2	3	4	5
Inteiro	12,13 a	15,83 a	19,65 a	22,64 a	16,54 a
Fatias	19,35 b	26,65 b	35,18 b	42,91 b	34,57 b
Rodelas	18,93 b	31,18 bc	43,56 bc	50,22 bc	46,50 bc
Cubos	19,75 b	30,93 bc	44,82 bc	51,38 bc	47,76 bc
C.V. (%)	9,55	11,23	12,67	11,41	10,82

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esse aumento no início do armazenamento é decorrência da mudança de ambiente e do estresse causado seja pela colheita ou pelas etapas do processamento mínimo, corroborando assim com os resultados de Vitti et al. (2003), que evidenciaram aumento na taxa respiratória em beterrabas armazenadas a 5 °C nos primeiros dias de armazenamento.

De modo geral, as raízes mantidas inteiras apresentaram as menores variações ao longo de todo o experimento, verificando pico respiratório no sexto dia de avaliação quando se observa média de 62,13 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹, diferindo significativamente dos demais e verificando-se ainda pouca diferença nos valores médios do metabolismo respiratórios até o quinto dia de avaliação (Tabela 2).

Esses resultados corroboram com Verzeletti et al. (2010), que ao avaliarem a qualidade pós-colheita de cenoura minimamente processada, notaram menor

atividade respiratória quando houve o armazenamento no formato inteiro e com Vitti et al. (2003), em experimento com beterrabas, também evidenciaram oscilação nos valores de CO₂ ao longo do armazenamento refrigerado.

Entre as formas processadas, o corte em fatias diferiu das demais até o terceiro dia de análise, apresentando uma diferença de até 12,5 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ em relação ao corte em rodela e cubos. No quarto dia todos os cortes apresentaram as maiores médias no decorrer do experimento, evidenciando dessa forma seu pico respiratório, cujas médias chegaram a 98,53, 99,32 e 102,41 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ para o corte fatias, rodela e em cubos, respectivamente (Tabela 2). O terço final de armazenamento não mostrou diferença entre os tipos de cortes, contudo, o processamento no formato de cubos apresentou ainda as maiores variações, talvez pela maior superfície de exposição ao corte a que essas raízes foram submetidas.

TABELA 2. Valores médios sobre a taxa respiratória (mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) em raízes de beterrabas inteiras e minimamente processadas após sete dias de armazenamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento						
	1	2	3	4	5	6	7
Inteiro	12,13 a	28,43 a	39,03 a	25,18 a	49,27 a	62,13 a	51,23 a
Fatias	19,35 b	46,54 b	48,83 b	98,53 b	77,45 b	83,21 b	69,36 b
Rodelas	18,93 b	53,17 c	69,43 c	99,12 b	75,65 b	85,13 b	73,18 b
Cubos	19,75 b	55,89 c	68,76 c	102,41 b	79,67 b	88,65 b	76,47 b
C.V. (%)	9,55	13,75	12,25	11,89	13,55	14,91	12,51

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Sasaki et al. (2006) e Verzeletti et al. (2010) também observaram maior respiração em abóboras e cenouras cortadas em cubos quando comparadas às formas de retalho e fatias, respectivamente.

Com relação à produção de etileno, a detecção deste gás foi percebida apenas na primeira hora (Tabela 3) e no primeiro dia de armazenamento (Tabela 4) com resultado médio de 0,11; 0,11 e 0,12 $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para as raízes cortadas em fatias, rodela e cubos, respectivamente. Para as raízes mantidas inteiras não foram registradas a ocorrência do etileno por sete dias em armazenamento refrigerado.

Para as demais horas e tempos de armazenamento, a produção deste gás foi inferior a 0,1 $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, limite mínimo detectado pelo cromatógrafo utilizado neste experimento. Para Reid (1992), a ocorrência abaixo de 0,1 $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ caracteriza este regulador como inativo do ponto de vista fisiológico e da pós-colheita.

Os dados deste experimento concordam com vários estudos relatados na literatura, como Vitti et al. (2004) que detectaram a produção de etileno em beterrabas minimamente processadas e por Kluge et al. (2010) que verificaram a ocorrência deste gás apenas no primeiro dia de armazenamento dessa olerícola.

TABELA 3. Valores médios sobre a produção de etileno ($\eta\text{mol C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) em raízes de beterrabas inteiras e minimamente processadas após cinco horas de armazenamento.

Tratamentos	Horas após o armazenamento				
	1	2	3	4	5
Inteiro	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Fatias	0,11 a	n.d	n.d	n.d	n.d
Rodelas	0,11 a	n.d	n.d	n.d	n.d
Cubos	0,12 a	n.d	n.d	n.d	n.d
C.V. (%)	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0

Em que: n.d.: não detectado.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 4. Valores médios sobre a produção de etileno ($\eta\text{mol C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) em raízes de beterrabas inteiras e minimamente processadas após sete dias de armazenamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento						
	1	2	3	4	5	6	7
Inteiro	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Fatias	0,11 a	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Rodelas	0,11 a	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Cubos	0,12 a	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
C.V. (%)	0,21	0	0	0	0	0	0

Em que: n.d.: não detectado.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No que tange ao conteúdo de sólidos solúveis (SS), este foi significativamente maior nas raízes mantidas inteiras ao longo do armazenamento refrigerado, para este tratamento verificam-se médias oscilando do início ao fim do experimento entre 12,2 e 10,8 °Brix, enquanto que para as amostras processadas em diferentes formas a média oscilou entre 8,6 e 6,4 °Brix, sendo o corte em rodelas o que apresentou os menores percentuais, contudo sem diferir estatisticamente dos demais (Tabela 5). Esses menores teores verificados nas amostras processadas já eram esperados, uma vez que a intensidade de fermentos provocados pelo corte tem como consequência o maior extravasamento do suco celular, particularmente dos teores de carboidratos solúveis, os maiores componentes dos sólidos solúveis.

Apesar da estabilidade inicial verificada nas raízes mantidas inteiras, estas apresentaram reduções no conteúdo de SS a partir do sexto dia de armazenamento. No corte em rodelas e em cubos nota-se uma redução a partir do quarto dia de avaliação, passando de 6,8 e 6,4 °Brix para 4,5 e 4,2 °Brix, respectivamente (Tabela 5). O corte em fatias manteve certa estabilidade no decorrer do armazenamento com valores na faixa de 8,6 e 5,4 °Brix, essa menor variação evidenciada pelo corte em fatias nos permite concluir que o tipo de corte influi diretamente no

teor de SS, não havendo diferença do tempo de conservação na sua manutenção. Kluge et al. (2006) avaliando diferentes tipos de cortes na conservação de beterrabas, também observaram manutenção no conteúdo de SS com o corte em fatias em relação ao corte em cubo e retalhos.

Para os valores médios de acidez titulável observado neste experimento (Tabela 6), houve aumento com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos, sendo maior quando os frutos foram processados independente do corte realizado. Em média, os valores passaram de 0,05 para 0,23 g 100 g⁻¹. Esse aumento nos valores da acidez pode ter sido provocado pelo processo de fermentação das amostras, uma vez que, mantidas em potes de vidro não houve troca gasosa com o ambiente externo da forma como ocorre com as bandejas de poliestireno e os filmes plásticos de policloreto de vinila PVC.

Moretti (2007) explica que o nível de acidez dos frutos é determinado pela quantificação dos ácidos orgânicos presentes nas frutas e hortaliças, seja na forma natural ou acumulada em consequência do processo de fermentação ou por adição destes durante o processamento, conforme verificado neste trabalho.

TABELA 5. Valores médios sobre o conteúdo de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) em raízes de beterrabas inteiras e minimamente processadas após sete dias de armazenamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento						
	1	2	3	4	5	6	7
Inteiro	12,2 a	11,1 a	11,6 a	11,4 a	11,6 a	11,1 a	10,8 a
Fatias	8,6 b	8,4 b	7,9 b	7,5 b	7,0 bc	6,3 b	5,4 b
Rodelas	8,4 b	8,0 b	7,5 b	6,8 b	6,0 c	5,4 c	4,5 c
Cubos	8,4 b	7,9 b	7,4 b	6,4 b	5,9 c	5,0 c	4,3 c
C.V. (%)	1,36	2,75	2,45	3,31	2,64	1,89	2,76

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 6. Valores médios sobre o teor de acidez titulável ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ácido cítrico) em raízes de beterrabas inteiras e minimamente processadas após sete dias de armazenamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento						
	1	2	3	4	5	6	7
Inteiro	0,05 a	0,021 a	0,035 a	0,058 a	0,074 a	0,089 a	0,099 a
Fatias	0,012 b	0,33 b	0,52 b	0,67 b	0,86 b	0,9 b	0,21 b
Rodelas	0,013 b	0,46 b	0,51b	0,64 b	0,99 b	0,13 b	0,23 b
Cubos	0,012 b	0,41 b	0,55 b	0,73 b	0,3 b	0,15 b	0,23 b
C.V. (%)	0,89	0,77	1,12	1,85	2,27	0,91	0,41

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teor de ácido ascórbico no início do experimento variou entre $14,06 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ácido ascórbico para os frutos inteiros e entre $13,79$ e $13,86 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ácido ascórbico para as raízes processadas, corroborando com o percentual médio encontrado por Marques et al. (2010), que avaliando a qualidade de beterrabas inteiras,

verificaram percentual médio entre $11,41$ e $14,11 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ácido ascórbico dentro do definido neste trabalho.

As raízes mantidas inteiras apresentaram pouca redução no teor de ácido ascórbico com significância maior no sexto dia de avaliação, quando a diferença média foi de $2,21 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ácido ascórbico na polpa, em relação aos demais dias de armazenamento (Tabela 7).

TABELA 7. Valores médios sobre o teor de acidez titulável ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ácido cítrico) em raízes de beterrabas inteiras e minimamente processadas após sete dias de armazenamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento						
	1	2	3	4	5	6	7
Inteiro	14,06 a	14,01 a	13,93 a	13,52 a	13,13 a	11,87 a	11,44 a
Fatias	13,86 a	13,21 b	12,63 b	10,84 b	9,43 b	7,31 b	5,41 b
Rodelas	13,83 a	13,25 b	12,54 b	10,92 b	9,55 b	7,29 b	5,32 b
Cubos	13,79 a	13,44 b	12,71 b	11,06 b	9,66 b	7,55 b	5,47 b
C.V. (%)	8,56	6,79	6,72	7,34	7,98	8,13	8,34

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O corte em rodelas seguido do corte em fatias apresentou as maiores reduções de vitamina C durante todo o período de avaliação, talvez pelo aumento da área de contato da beterraba com fatores do ambiente tais como (calor, luz, oxigênio), favorecendo a descompartimentação celular. O corte em cubos apresentou nas menores reduções de vitamina C ao longo de todo o tempo de armazenamento, contudo, sem diferir estatisticamente das demais formas processadas (Tabela 7). Para Sasaki et al.

(2006) a redução no teor de vitamina C é reduzido de acordo com o tipo de corte utilizado.

As betalaínas são produtos naturais hidrossolúveis provenientes do metabolismo secundário e pertencentes ao grupo dos compostos secundários nitrogenados, sendo divididos em duas classes: as betacianinas (cor avermelhada) e as betaxantinas (cor amarelada), estes pigmentos são responsáveis pela cor à beterraba além de

serem importantes substâncias antioxidantes (KLUGE et al., 2006).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 8, os teores de betalaínas foram significativamente afetados pelo processamento mínimo quando comparados às raízes mantidas inteiras, já no primeiro dia de avaliação. Por serem pigmentos solúveis em água, os processos de sanitização e enxágue realizados nas etapas do processamento mínimo contribuíram significativamente para a redução nesses teores.

Mesmo mantidas em refrigeração, o índice de betalaínas reduziu em torno de 10% nas raízes mantidas

inteiras, revelando assim sua degradação independente da forma de processamento e ou acondicionamento (Tabela 8). Entre os tipos de cortes, a redução mais expressiva foi observada nas raízes processadas em rodela e cubos, cujas médias ao fim de sete dias foram 40,12 e 41,57 100 g⁻¹ polpa de betacianinas e 22,41 e 23,96 mg 100 g⁻¹ polpa de betaxantinas, respectivamente (Tabela 8). O corte em fatias manteve os pigmentos acima de 50 e 40 mg de betacianina e betaxantina 100 g⁻¹ de polpa para o mesmo período de avaliação, diferindo significativamente dos demais (Tabela 8).

TABELA 8. Valores médios sobre o teor de betalaínas (mg 100 g⁻¹ de betacianina e betaxantina) em raízes de beterrabas inteiras e minimamente processadas após sete dias de armazenamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento						
	Betacianinas (mg 100 g ⁻¹ de polpa)						
	1	2	3	4	5	6	7
Inteiro	98,54 a	96,57 a	94,16 a	91,83 a	89,79 a	88,35 a	86,13 a
Fatias	83,87 b	77,12 b	70,49 b	66,39 b	61,08 b	57,12 b	51,67 b
Rodelas	77,21 c	70,33 c	66,34 c	59,25 c	50,32 c	44,98 c	40,12 c
Cubos	79,03 c	72,76 c	69,45 c	57,34	52,18 c	45,13 c	41,57 c
C.V. (%)	12,87	11,08	12,67	13,98	14,26	10,13	14,51
Betaxantina (mg 100 g ⁻¹ de polpa)							
Inteiro	94,33	92,78 a	90,45 c	87,43 a	83,21 a	78,13 a	74,91 a
Fatias	81,18 b	74,67 b	68,02 b	60,78 b	54,34 b	47,05 b	41,36 b
Rodelas	67,43 c	60,45 c	55,38 c	47,78 c	36,35 c	31,56 c	22,41 c
Cubos	61,34 c	60,56 c	55,09 c	46,18 c	38,03 c	29,22 c	23,96 c
C.V. (%)	13,93	12,45	11,87	11,4	12,04	13,21	14,67

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

As raízes de beterraba inteiras e processadas apresentam aumento na taxa respiratória e redução nos pigmentos de betalaínas mesmo em ambiente refrigerado, favorecendo a redução da vida de prateleira.

Na forma processada, o corte em fatias é o mais recomendado para o processamento mínimo de beterrabas, pois garantiu menor taxa respiratória, preservou os pigmentos das betalaínas e manteve em equilíbrio o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável sem comprometer ainda o teor de ácido ascórbico, quando comparado aos demais cortes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J.A.; VILAS BOAS, E.V.de.B.; VILAS BOAS, B.M.; SOUZA, E.C.de. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, n. 3, p. 625-634, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. *Official methods of the association of the agricultural chemists*. 17th ed. Washington, 2005. 1410p.
- CHITARRA, M.I.; CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2.ed. Universidade Federal de Lavras, Lavras: Revisada e ampliada, 2007. 785p.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 4.ed. São Paulo, SP, 2008. 1020p.
- KLUGE, R.A.; COSTA, K.A.; VITTI, M.C.D.; ONGARELLI, M.das.G.; JACOMINO, A.P.; MORETTI, C.L. Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de cortes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.1, p.263-270, 2006.
- KLUGE, R.A.; PICOLI, A.A.; AGUILA, J.S. Respiração e produção de etileno em beterrabas inteiras e minimamente processadas submetidas a tratamentos com etileno e biorreguladores. *Horticultura Brasileira*, v.28, n.1, p.54-57, 2010.
- MARQUES, L.F.; MEDEIROS, C.D.; COUTINHO, O.L.; MEDEIROS, C.B.; VALE, L.S. Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com estercor bovino. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Porto Alegre, v.5, n.1, p.24-31, 2010.
- MORETTI, C.L. *Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças, SEBRAE, 2007. 531p.
- REID, M.S. Ethylene in postharvest technology. In: KADER, A.A. (Ed.). *Postharvest technology of horticultural crops*. Oakland: California: University of California, 1992. cap.13, p.97-108.
- SASAKI, F.F.; DEL AGUILA, J.S.; GALLO, C.R.; ORTEGA, E.M.M.; JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A. Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas durante o armazenamento de abóbora minimamente processada em diferentes tipos de corte. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.24, n.2, p.170-174, 2006.
- VERZELETTI, A.; FONTANA, R.C.; SANDRI, I.G. Avaliação da vida de prateleira de cenouras minimamente processadas. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara v.21, n.1, p.87-92, 2010.

Atividade respiratória e qualidade de beterraba...

SANCHES, A. G. et al. (2017)

VITTI, M.C.D.; KLUGE, R.A.; YAMAMOTTO, L.K.; JACOMINO, A.P. Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.623-626, 2003.

VITTI, M.C.D.; KLUGE, R.A.; GALLO, C.R.; SCHIAVINATO, M.A.; MORETTI, C.L.; JACOMINO, A.P. Aspectos fisiológicos e microbiológicos de beterrabas minimamente processadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.1027-1032, 2004.