

Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte

Cold storage of beetroot minimally processed in different cut types

Ricardo Alfredo Kluge¹ Cléber Alves Costa² Maria Carolina Dario Vitti³
Maria das Graças Ongarelli⁴ Angelo Pedro Jacomino⁵ Celso Luiz Moretti⁶

RESUMO

Beterrabas minimamente processadas apresentam vida de prateleira curta, mesmo sob refrigeração, devido à descoloração superficial que deprecia a qualidade do produto. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito de três tipos de corte em beterraba minimamente avaliando sua qualidade durante a conservação refrigerada. Os cortes utilizados foram: fatia, cubo e retalho. Após o processamento as beterrabas foram armazenadas a 5°C e as avaliações sendo realizadas durante dez dias a cada dois dias. Beterrabas em fatias apresentaram maior respiração e maiores perdas dos pigmentos betalaínas e de sólidos solúveis durante o armazenamento. Através de análise sensorial, verificou-se que a qualidade visual do produto foi mantida por até quatro dias, independente do tipo de corte. O fator que mais depreciou a qualidade de beterraba minimamente processada foi a perda de coloração das raízes (esbranquiçamento). Pode-se concluir que a beterraba minimamente processada em fatias ou cubo apresenta conservação de, no máximo 4 dias, a 5°C, enquanto minimamente processada em retalho apresenta 6 dias de conservação.

Palavras-chave: *Beta vulgaris*, esbranquiçamento, betalaínas, taxa respiratória.

ABSTRACT

Fresh cut beetroot showed low shelf life, even under refrigeration, and the main quality depreciative factor is the superficial discoloration (white blush) that depreciates the quality of the product. The objective of this research was to verify the effect of three cut types on quality of the minimally

processed beetroot during cold storage. The cut types used were slice, cube and shred. After processing, the beetroots were stored at 5°C during ten days and the evaluations were carried out each two days. Sliced beetroots showed higher respiratory rate and higher losses of betalains and soluble solids during cold storage. Visual quality of minimally processed beetroot was preserved up to four days of storage in both cut type. The main factor that has caused loss of quality of this vegetable was the incidence of white blush. It can be concluded that the beet minimally processed in slices or cube presents conservation of, at the most 4 days to 5°C, while minimally processed in shred it presents 6 days of conservation.

Key words: *Beta vulgaris*, white blush, betalain, respiratory rate.

INTRODUÇÃO

O processamento mínimo usualmente descreve um produto fresco, adequadamente descascado, fatiado ou cortado, pronto para consumo ou preparo, contrastando com as técnicas de processamento convencional, a qual inclui o congelamento, o enlatamento, a secagem, etc (BOLIN & HUXSOLL, 1991).

A fisiologia dos produtos hortícolas minimamente processados é, essencialmente, a fisiologia de tecidos vegetais que sofreram injúrias. As operações

¹Departamento de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: rakluge@esalq.usp.br. Autor para correspondência.

²Curso de Ciências de Alimentos, ESALQ, USP, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: cacosta@esalq.usp.br

³Programa de Pós-graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, ESALQ-USP, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: mcdvitti@esalq.usp.br

⁴Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ, USP, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: mgong@esalq.usp.br

⁵Departamento de Produção Vegetal, ESALQ, USP, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: jacomino@esalq.usp.br

⁶Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, Brasil. E-mail: celso@cnpq.br

de descascamento, corte e centrifugação, normalmente utilizadas durante o processamento mínimo, provocam uma série de injúrias nos tecidos. Assim, o comportamento destes produtos é semelhante ao que ocorre em tecidos de plantas submetidas às condições de estresse. Este comportamento inclui o aumento na respiração e produção de etileno, o estímulo à formação de metabólitos secundários de defesa e o aumento na proliferação de microrganismos patogênicos. Outras conseqüências da injúria são de natureza química e física, como escurecimento enzimático, oxidação de lipídios ou aumento na perda de água. O aparecimento de novos RNAs e proteínas nos tecidos injuriados estabelecem evidências para o controle genômico da resposta (BRECHT, 1995; WATADA & QI, 1999).

Assim, os produtos minimamente processados apresentam maior taxa de deterioração se comparados ao produto inteiro, considerando que, com o corte, os tecidos internos do vegetal são expostos, causando estresse celular e o metabolismo é acelerado, aumentando a taxa respiratória e a produção de etileno.

Dentre as hortaliças minimamente processadas no Brasil, a beterraba vem aumentando a sua importância. A beterraba é uma raiz tuberosa de cor vermelho-arroxeadada devido à presença de betalainas. As betalainas são produtos naturais provenientes do metabolismo secundário, e pertencente ao grupo dos compostos nitrogenados alcalóides. São pigmentos hidrossolúveis e são divididos em duas classes: as betacianina (cor avermelhada) e as betaxantina (cor amarelada), caracterizando a coloração típica das raízes. Estes pigmentos, além de fornecerem cor à beterraba, são importantes substâncias antioxidantes para a dieta humana (KANNER et al., 2001).

Embora crescente no mercado de minimamente processados, a beterraba tem apresentado alguns problemas tecnológicos, como a descoloração superficial, dano semelhante ao que ocorre em cenoura minimamente processada, denominado "white blush" (BARRY-RYAN & O'BEIRNE, 2000). Tem sido verificado que os processos de lavagem e enxágüe, realizados após o corte do produto, têm favorecido a perda das betalainas, o que causa a descoloração superficial dando um aspecto de esbranquiçamento. O corte mais comumente empregado em beterraba minimamente processada é do tipo retalho, com 2mm de espessura, sendo que os sintomas de esbranquiçamento neste tipo de corte já podem ser verificados após poucos dias de armazenamento.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte, durante o armazenamento refrigerado.

MATERIAL E MÉTODOS

Raízes tuberosas de beterraba 'Early Wonder' foram adquiridas de um produtor da região de Piracicaba, SP. As raízes foram previamente selecionadas quanto à firmeza, à ausência de danos mecânicos e à infecção fúngica, sendo posteriormente pré-lavadas em água corrente e colocadas em câmara fria a 10°C para serem posteriormente processadas.

O produto foi descascado mecanicamente em descascadora industrial com disco abrasivo e imerso em água resfriada (5°C) por 2 minutos. A seguir, as raízes foram submetidas a diferentes formatos de corte utilizando uma processadora Robot Coupe, ou sejam: a) retalho, com corte em pedaços com 2mm de espessura; b) cubo, corte em unidades com arestas de aproximadamente 1,0cm; c) fatias, corte com 6mm de espessura. Após o corte, os materiais foram sanitizados por 6 minutos em água clorada (200ppm de cloro ativo) com objetivo de reduzir os riscos de contaminação, e enxaguados (3ppm de cloro ativo) por 1 minuto para retirar o excesso de cloro. Para a retirada do excesso de água, as beterrabas minimamente processadas foram centrifugadas a 2200rpm por 1 minuto. O produto foi então pesado (150g) e acondicionado em bandejas de poliestireno expandido, envolvidas por filme de policloreto de vinila (PVC) com 14micras de espessura. As bandejas foram armazenadas em câmara fria a 5±1°C e 90±5% UR.

O período de armazenamento foi de 10 dias sendo realizadas análises a cada 2 dias a partir do dia do processamento.

As seguintes variáveis foram determinadas: taxa respiratória: a) 150g de beterraba minimamente processada foram colocadas em jarros de vidro com capacidade de 600mL, permanecendo hermeticamente fechados por períodos de 1 hora. Em cada tampa dos jarros, foi colocado um septo de silicone através do qual se retirou a amostra de gás. Com uma seringa de 1mL, foi coletada uma amostra de cada jarro e injetada em cromatógrafo a gás (Thermoquest GC Trace 2000) com detector de ionização de chama (FID). Tendo como gás de arraste o hidrogênio, a 25mL/ minuto e trabalhando com coluna a 80°C, injetor a 100°C, detector a 250°C e metanador a 350°C. Como padrão, foi utilizada uma mistura de gases padrão primária de CO₂ da White Martins (2150 e 29900) e os resultados foram expressos em mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹; b) teor de sólidos solúveis totais: uma gota de suco foi colocada em refratômetro digital e os resultados expressos em °Brix.; c) teores de betalainas (betacianina e betaxantina): a metodologia utilizada foi adaptada de NILSON (1970). Amostras de 2g, previamente congeladas em nitrogênio líquido,

foram maceradas com 5mL de água destilada. A solução obtida foi colocada em tubetes e centrifugada a 4°C, rotação de 27800 xg , durante 50 minutos. Em tubo de ensaio, homogeneizou-se 1mL de sobrenadante e 24mL de água destilada, que teve a absorvância lida a 476nm, 538nm e 600nm. Os resultados foram calculados através das seguintes fórmulas: $x = 1,095 (a-c)$, $y = b-z-x/3,1$ e $z = a-x$, sendo: a = leitura da absorvância a 538nm; b = leitura a 476nm; c = leitura a 600nm; x = absorção de betacianina; y = absorção de betaxantina; z = absorção de impurezas; d) coloração: Foi utilizado um colorímetro marca Minolta, com iluminante D65, realizando-se as leituras de L, a^* e b^* . As leituras foram realizadas diretamente sobre o produto minimamente processado e o índice de cor calculado através da fórmula $IC=1000xa^*/Lxb^*$ segundo metodologia adaptada de (MAZZUZ 1996); e) perda de massa: determinada por diferença, em %, entre a massa fresca inicial e determinada após cada período; f) Qualidade visual: Foi determinada através de uma escala hedônica de notas levando-se em consideração a aparência do produto, onde: 9 = excelente; 7 = bom; 5 = regular; 3 = ruim; 1 = péssimo. A descrição das notas foram: 9 = beterraba com aspecto de frescor e ausência de esbranquiçamento; 7 = beterraba com aspecto de frescor, porém com leve esbranquiçamento; 5 = beterraba com pouco aspecto de frescor e moderado esbranquiçamento; 3 = beterraba sem aspecto de frescor, elevado esbranquiçamento; 1 = beterraba totalmente desidratada e esbranquiçada. A nota 5 foi considerada como limite de comercialização. Para esta avaliação, foram utilizados 30 julgadores não treinados.

Foi realizada uma caracterização inicial do produto, em quatro repetições após a centrifugação, sendo este período identificado como tempo zero.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x6, no qual os fatores estudados foram três formatos de corte e seis tempos de armazenamento, incluindo o tempo zero com quatro repetições ou bandejas por tratamento. Os resultados das análises foram submetidos à análise da diferença mínima significativa (d.m.s.) em teste de comparações múltiplas em que as diferenças entre dois tratamentos maiores que a soma de dois desvios padrões foram consideradas significativas a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os formatos de corte apresentaram aumento na taxa respiratória após o corte (Figura 1) o que também foi previamente reportado em outros trabalhos com beterraba (VITTI, 2003; VITTI et al., 2003)

e com cenouras minimamente processadas (KATONOGUCHI & WATADA, 1997). O aumento na respiração se deve à resposta dos tecidos à injúria do processamento (ROSEN & KADER, 1989), como forma de reparar os danos sofridos pelos tecidos, através da síntese de compostos cicatrizantes, cuja biossíntese está ligada aos metabolismos respiratório e secundário (TAIZ & ZEIGER, 2002; SALTVEIT, 2003). Após o pico respiratório, houve redução na respiração, ao mesmo nível do observado na caracterização inicial. Isso se deve, provavelmente, à auto-regulação da atividade respiratória do tecido devido à grande produção de ATP (PURVIS, 1997). É possível também que esta redução seja em função da parada de reações entre substratos respiratórios com as enzimas presentes nas células da superfície de corte, conforme preconiza VITTI et al. (2003). Portanto, a taxa respiratória observada a partir do 4º dia pode ser resultante das células localizadas abaixo da superfície injuriada pelo corte.

A taxa respiratória foi menor para beterrabas minimamente processadas na forma de retalho em comparação às em cubos ou fatias, que não diferiram entre si (Figura 1). Esta resposta deve-se, provavelmente, às diferentes relações superfícies/volumes dos formatos de corte, que é maior no formato em retalho que nos demais. Resultado diferente foi obtido por IZUMI et al. (1996) para cenouras minimamente processadas.

O teor de sólidos solúveis foi maior no formato em fatia, seguido do formato em cubos e do em retalhos, que apresentou o menor teor (Figura 2). Estas diferenças já se mostraram evidente logo após a centrifugação (tempo zero), mostrando claramente o efeito das diferentes superfícies de exposição dos formatos de corte no extravazamento de compostos solúveis que ocorrem principalmente durante a sanitização e o enxague. Assim, dependendo do formato de corte, há uma perda considerável de sólidos solúveis, particularmente de carboidratos solúveis, os maiores componentes dos sólidos solúveis. VITTI (2003) observou que os teores de sólidos solúveis para beterrabas preparadas na forma de retalhos foram de aproximadamente 3° Brix, semelhante, portanto, aos observados no presente trabalho por este tipo de corte. Durante o armazenamento, os valores permaneceram estabilizados, portanto, o de corte influi no teor final de SST devido ao preparo, não havendo efeito do tempo de conservação.

Foi observada uma redução gradativa nos teores de betalaínas com o tempo de armazenamento em ambos os tipos de corte (Figura 3), sendo que a perda total destes pigmentos, foi de, aproximadamente, 15% para beterrabas em fatias e 30% para as em retalhos

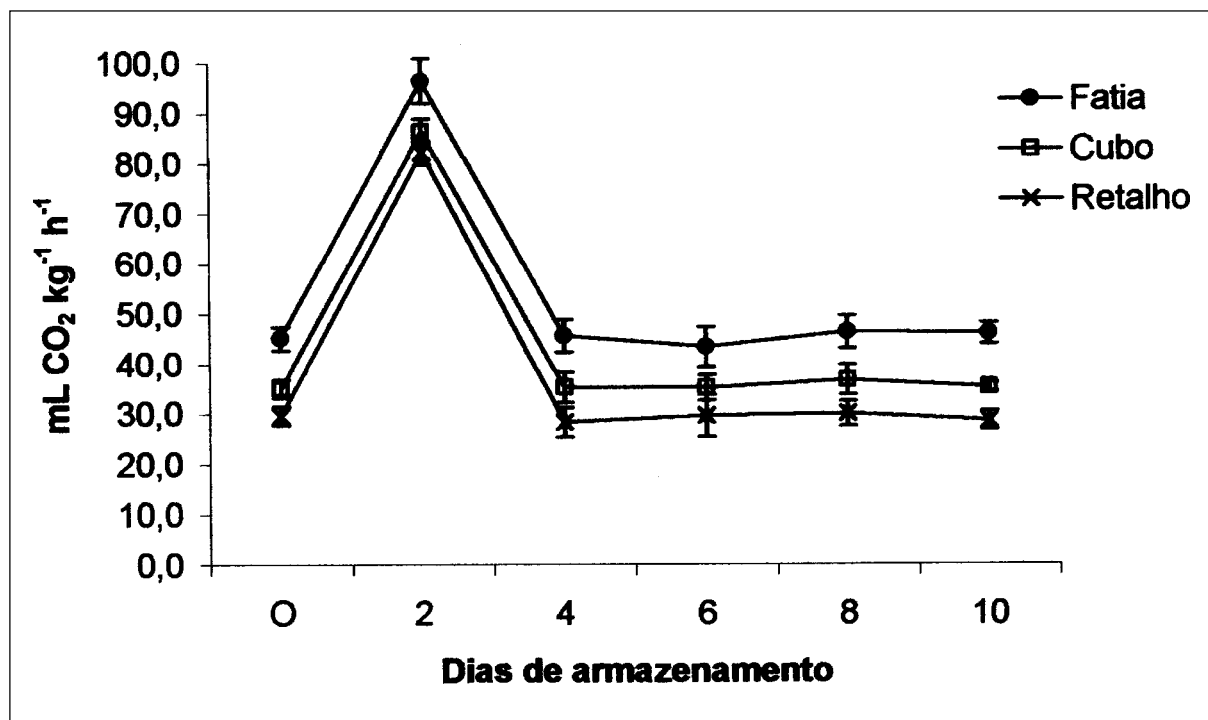


Figura 1 – Taxa respiratória de beterrabas minimamente processadas e armazenadas a 5°C e 90% UR. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

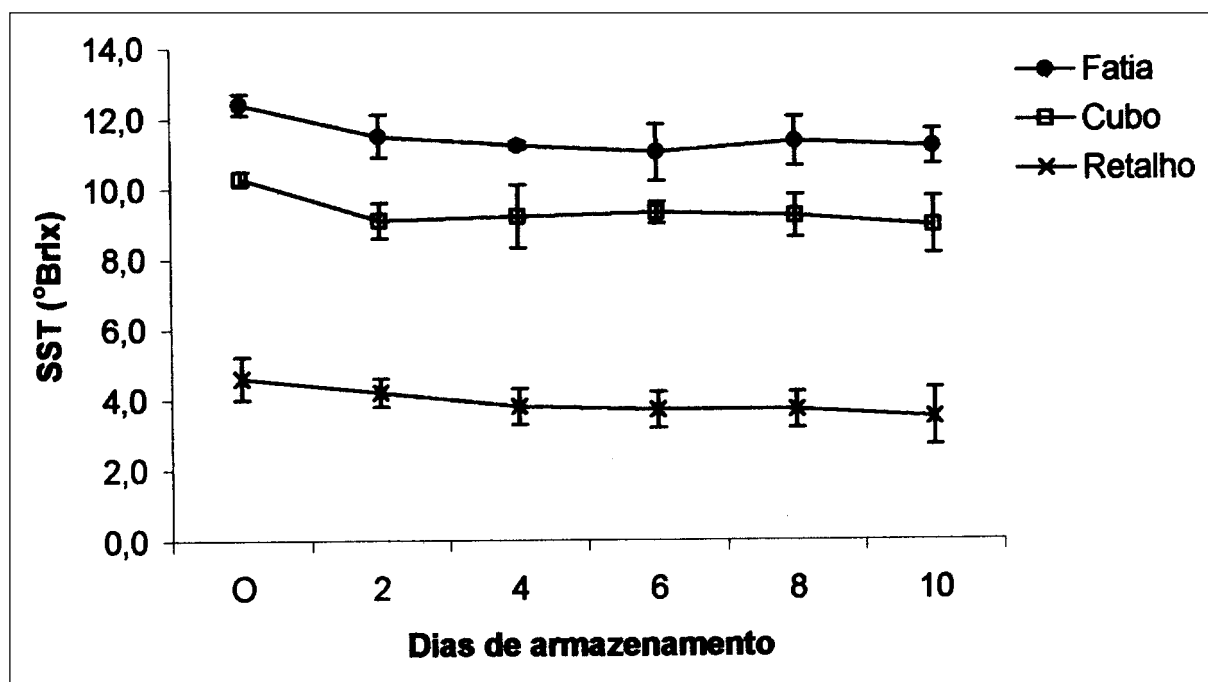


Figura 2 – Teor de sólidos solúveis totais (SST) de beterrabas minimamente processadas e armazenadas a 5°C e 90% UR. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

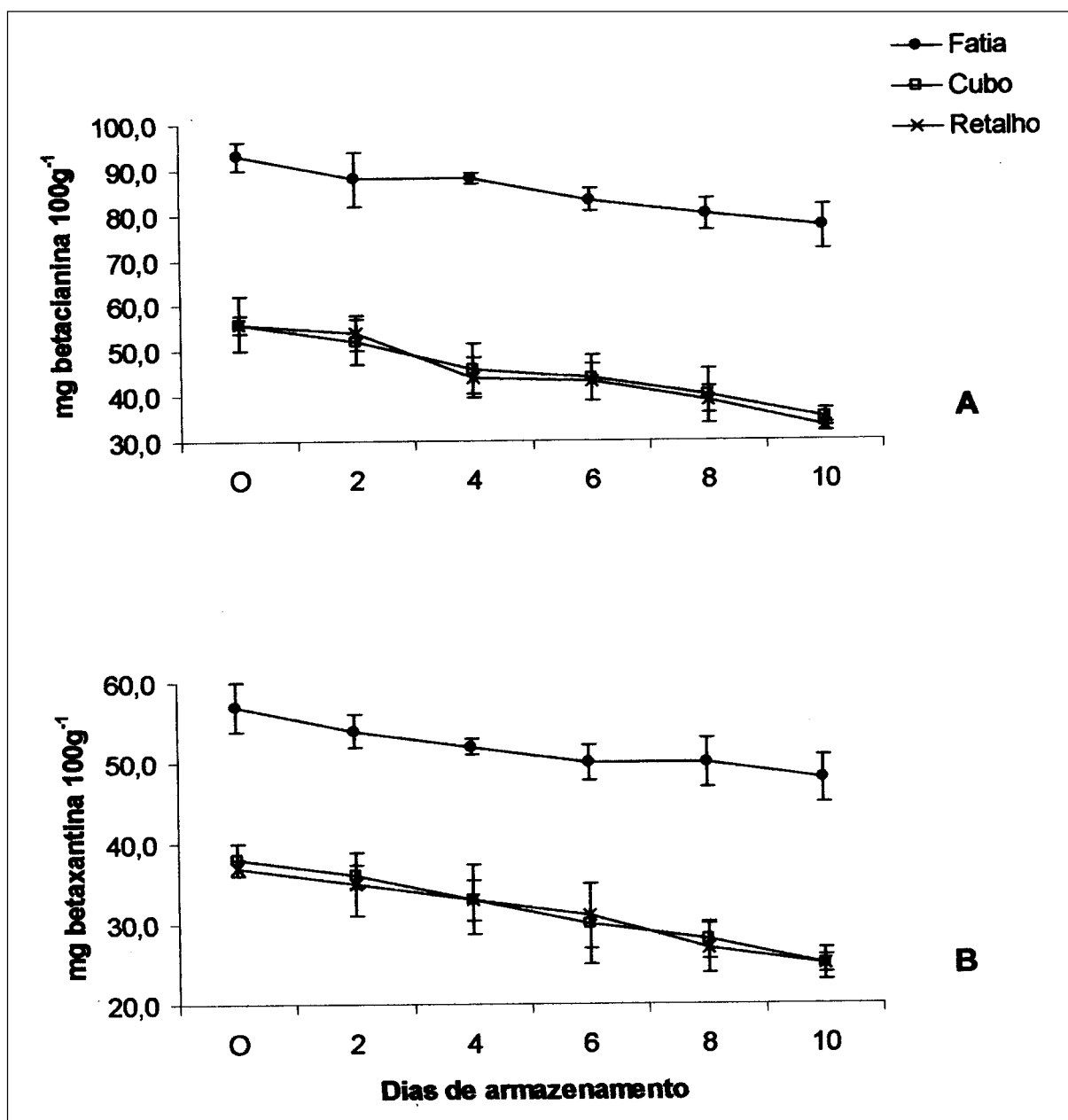


Figura 3 – Teor de betacianina (A) e betaxantina (B) de beterrabas minimamente processadas e armazenadas a 5°C e 90% UR.. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

ou cubos. OSORNIO & CHAVES (1998) também verificaram perdas de até 50% nos pigmentos de betalaínas em beterrabas retalhadas, após 7 dias de armazenamento a 4°C. Os teores de betacianinas e de betaxantina nas fatias foram significativamente maiores do que nos outros tipos de corte.

O metabolismo das betalaínas ainda não está bem estabelecido, mas deve haver degradação progressiva destes pigmentos, considerando que são antioxidantes naturais. Acreditava-se, inicialmente, que

a perda de pigmentos seria apenas superficial, proveniente das células danificadas como o corte. Entretanto, observou-se que esta perda continua durante a conservação refrigerada. SALTVEIT (2003) considera que a injúria do processamento, ao danificar as células superficiais, provoca a transmissão de um sinal bioquímico, ainda não identificado, às células adjacentes, provocando-lhes uma série de disfunções. Além disso, considerando que são pigmentos solúveis em água, os processos de sanitização e enxágüe

contribuem significativamente para uma redução nos teores de betalaínas. Estudos para manter a estabilidade destes pigmentos ainda precisam ser realizados visando reduzir esta perda e preservar, assim, teores elevados destes potentes antioxidantes naturais em beterrabas minimamente processadas. Recentemente foi demonstrado que a aplicação de ácido cítrico ao produto processado, além de reduzir a respiração, auxiliou na manutenção dos pigmentos de betalaínas durante o armazenamento de beterraba minimamente processada (VITTI, 2003).

O índice de cor (IC) dos diferentes preparos da beterraba atingiu valores entre 20 e 10 (Figura 4), semelhante aos resultados encontrados por VITTI (2003), que verificou valores de +18 a +10 para beterraba minimamente processada em retalho. O IC varia de -20 a +20, sendo que quanto mais positivo, mais intenso é o vermelho. Assim, os valores decrescentes do IC ao longo do armazenamento significaram perda da intensidade da coloração vermelha, típica da beterraba. A perda de pigmentos durante o armazenamento refrigerado pode ter sido uma das causas na redução gradativa no índice de cor (IC) em todos os tratamentos, sem diferença significativa entre eles. Esta perda de coloração da beterraba e de outras hortaliças de raízes,

como cenoura, tem sido relatada na literatura como "white blush" (esbranquiçamento). Este distúrbio torna a aparência do produto envelhecida e pouco atraente. Alguns pesquisadores consideram que o esbranquiçamento seja resultado da desidratação das células superficiais danificadas pelo pré-processamento (TATSUMI et al., 1993; AVENA-BUSTILLOS et al., 1994), enquanto outros acreditam que seja decorrente da formação de lignina na superfície dos cortes (BOLIN & HUXSOLL, 1991; CISNEROS-ZEVALLOS et al., 1995).

Foi observada uma baixa perda de massa durante o armazenamento, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 5). A embalagem utilizada e as boas condições de armazenamento (baixa temperatura e alta umidade relativa) provavelmente contribuíram para este resultado, tendo a perda de massa atingindo, no máximo, 0,7%, ao longo do armazenamento. Resultados semelhantes de baixa perda de massa em beterraba minimamente processada armazenada sob refrigeração também foram observados por VITTI et al. (2003).

De acordo com a avaliação visual, pode-se observar que o formato em retalhos (convencionalmente vendido nos supermercados) foi o corte preferido pelos provadores (Figura 6). Este corte

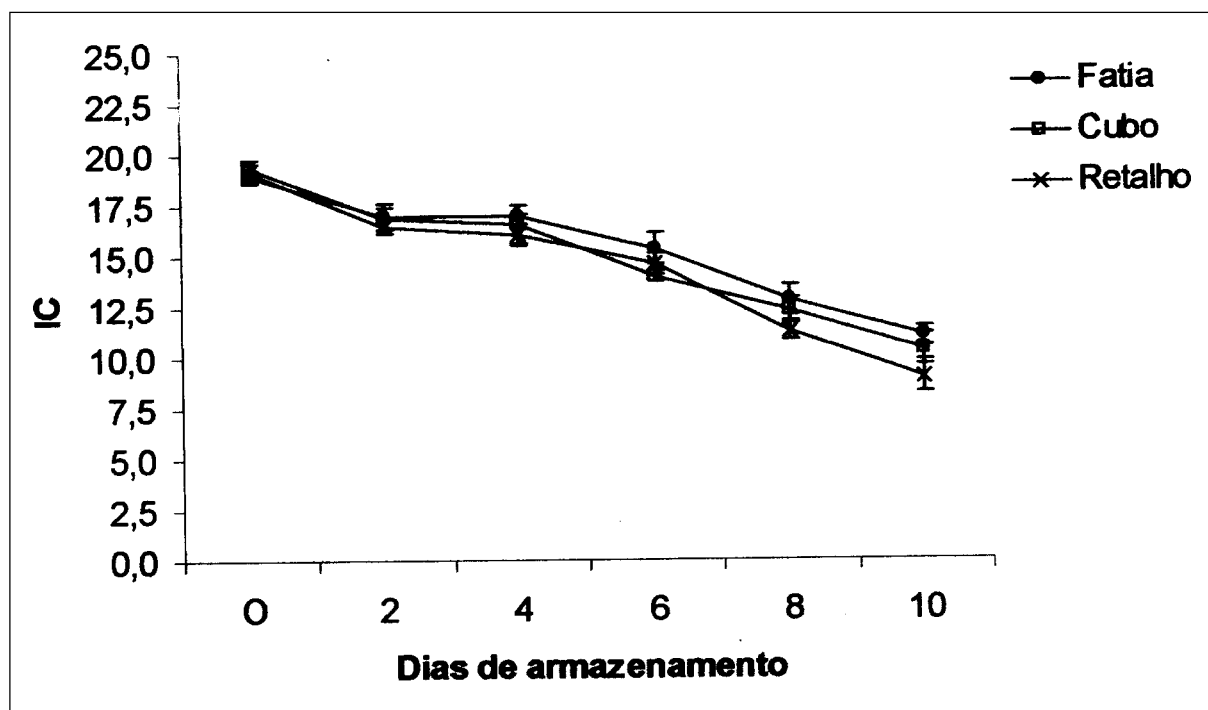


Figura 4 – Índice de cor (IC) de beterrabas minimamente processadas e armazenadas a 5°C e 90% UR. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

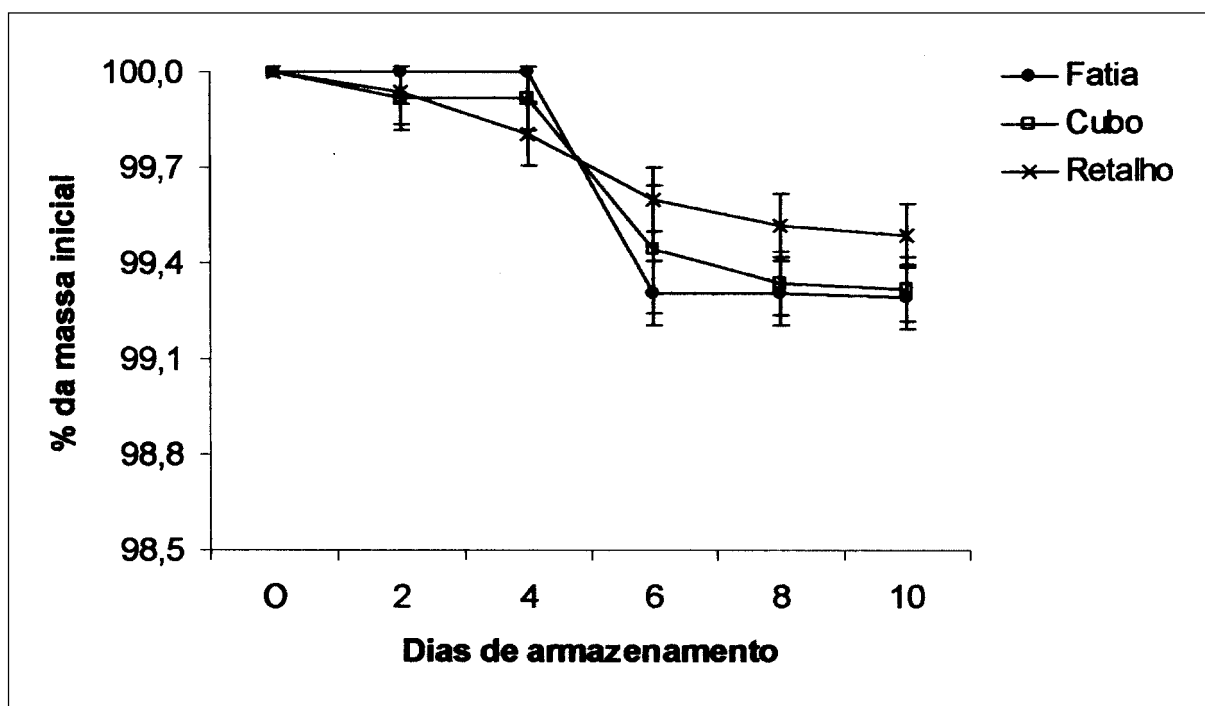


Figura 5 – Perda de massa fresca (% da massa inicial) de beterrabas minimamente processadas e armazenadas a 5°C e 90% UR. Barras verticais representam o desvio padrão da média

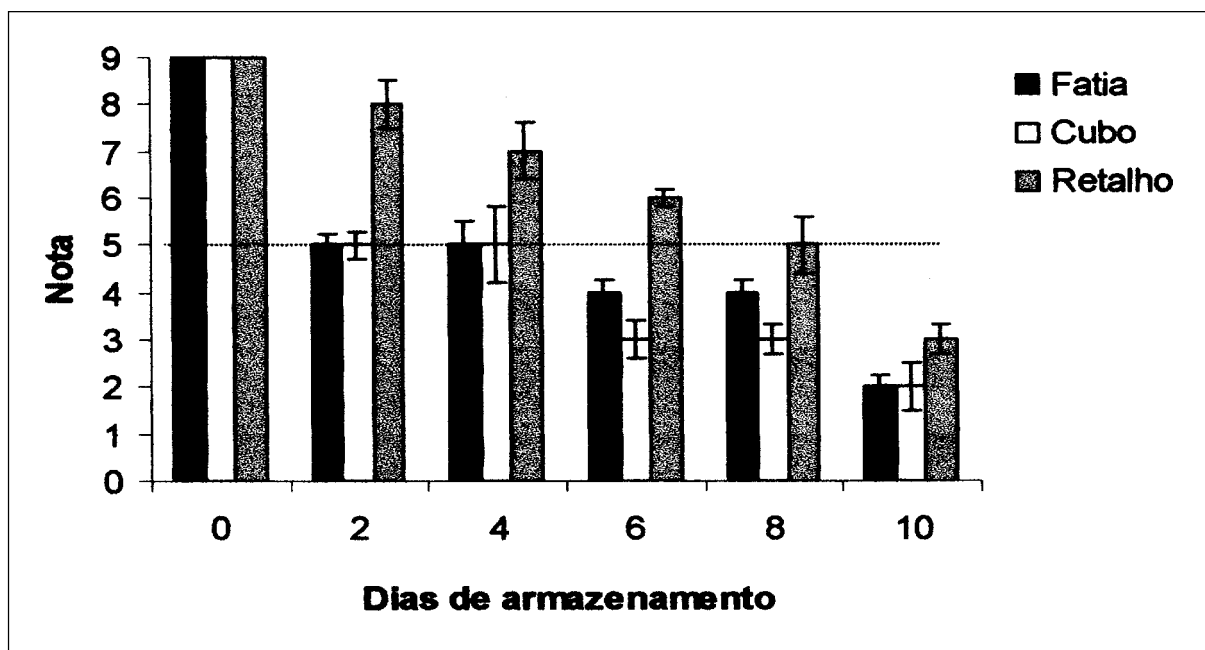


Figura 6 - Qualidade visual de beterrabas minimamente processadas e armazenadas a 5°C e 90% UR. 9= beterraba com aspecto de frescor e ausência de esbranquiçamento; 7= beterraba com aspecto de frescor, porém com leve esbranquiçamento; 5= beterraba com pouco aspecto de frescor e moderado esbranquiçamento; 3= beterraba sem aspecto de frescor, elevado esbranquiçamento; 1= beterraba totalmente desidratada e esbranquiçada. A nota 5 foi considerada como limite de comercialização e consumo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

obteve uma vida de prateleira de 6 dias, enquanto os outros cortes estudados (fatia e cubo) obtiveram uma vida de prateleira de apenas 4 dias. Tal fato decorre, provavelmente, da relação unidade por volume de produto na bandeja. Quanto maior o peso individual de cada unidade de corte (fatia, cubo ou retalho) e, conseqüentemente maior o volume, menor a quantidade de unidades por bandeja (já que o peso estava padronizado em 150g). Sendo assim, numa bandeja contendo o produto em fatias, por exemplo, havia poucas unidades para serem observadas e cada fatia possuía grande superfície de visão em relação aos demais cortes. Já o formato retalho possuía a maior quantidade de unidades por bandeja e a menor área de superfície de visão em relação aos demais cortes. E o formato cubo apresentava unidades por volume e superfície de visão intermediárias entre os anteriores.

O fator que mais depreciou a qualidade do produto minimamente processado, notada pelos julgadores foi o esbranquiçamento. Este dano pode ser atribuído a uma associação da perda de pigmentos e redução do índice de cor (Figuras 3 e 4). Embora o corte em fatia tenha reduzido a perda de pigmentos (Figura 3), esta redução não foi observada na análise visual, provavelmente devido à maior superfície visual de observação pelo julgador em relação aos cortes em cubo ou na beterraba em retalho, que fez com que os resultados tenham sido semelhantes na análise visual.

Embora não tenham sido realizadas análises microbiológicas, foi reportado recentemente que a beterraba minimamente processada e armazenada a 5°C não tem apresentado problemas microbiológicos até 10 dias de armazenamento (VITTI, 2003; VITTI et al., 2004).

CONCLUSÃO

A beterraba minimamente processada em fatias ou cubo apresenta conservação de, no máximo 4 dias a 5°C, enquanto minimamente processada em retalho apresenta 6 dias de conservação.

AGRADECIMENTO

À FAPESP, pelo suporte financeiro, projeto nº 01/00750-2

REFERÊNCIAS

- AVENA-BUSTILLOS, R.J. et al. Application of casein-lipid edible film emulsions to reduce white bluish on minimally processed carrots. **Postharvest Biology and Technology**, v.4, n.4, p.319-329, 1994.
- BARRY-RYAN, C.; O'BEIRNE, D. Effects of peeling methods on the quality of ready-to-use carrot slices. **International Journal of Food Science and Technology**, v.35, n.2, p.243-254, 2000.
- BOLIN, H.R.; HUXSOLL, C.C. Control of minimally processed carrot (*Daucus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. **Journal of Food Science**, v.56, n.2, p.416-418, 1991.
- BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, v.30, n.1, p.18-22, 1995.
- CISNEROS-ZEVALLOS, L. et al. Mechanism of surface white discoloration of peeled carrots during storage. **Journal of Food Science**, v.60, n.2, p.320-323, 1995.
- IZUMI, H. et al. Controlled atmosphere storage of carrot slices, sticks and shreds. **Postharvest Biology and Technology**, v.9, p.165-172, 1996.
- KANNER, J. et al. Betalains – a new class of dietary cationized antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.11, p.5178-5185, 2001.
- KATO-NOGUCHI, H.; WATADA, A.E. Citric acid reduces the respiration of fresh-cut carrots. **HortScience**, v.32, n.1, p.136, 1997.
- MAZZUZ, C.F. **Calidad de frutos cítricos: manual para sugestion desde la recolección hasta la expedición**. Barcelona: Ediciones de Horticultura, 1996. 202p.
- NILSON, T. Studies into the pigments in beetroot (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *rubra* L.). **Lantbrukshogskolans Annaler**, v.36, n.1, p.179-219, 1970.
- OSORNIO, M.M.L.; CHAVES, A.R. Quality changes in stored raw grated beetroots as affected by temperature and packaging film. **Journal of Food Science**, v.63, n.2, p.270-330, 1998.
- PURVIS, A.C. The role of adaptive enzymes in carbohydrates oxidation by stressed and senescing plant tissues. **HortScience**, v.32, p.1165-1168, 1997.
- ROSEN, J.; KADER, A.A. Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. **Journal of Food Science**, v.54, p.656-659, 1989.
- SALTVEIT, M.E. Fresh-cut vegetables. In: BARTZ, J.A.; BRECHT, J.K. **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 2003. Cap.22, p.691-712.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. New York: The Benjamin/Cummings, 2002. 565p.
- TATSUMI, Y. et al. Sodium chloride treatment or waterjet slicing effects on white tissue development on carrot sticks. **Journal of Food Science**, v.58, n.6, p.1390-1392, 1993.
- VITTI, M.C.D. et al. Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.4, p.623-626, 2003.
- VITTI, M.C. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos em beterrabas minimamente processadas**. 2003. 116f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.
- VITTI, M.C.D. et al. Aspectos fisiológicos e bioquímicos de beterraba minimamente processada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.10, p.1027-1032, 2004.
- WATADA, A.E.; QI, L. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p.201-205, 1999.