



Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha
ISSN: 1665-0204
rbaez@ciad.mx
Asociación Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha, S.C.
México

Evaluación del comportamiento poscosecha de Frambuesas en diferentes condiciones de almacenamiento refrigerado

Visioni Tezotto-Uliana, Jaqueline; Dallocca Berno, Natalia; Silveira Gómez, Ana Cecilia; Kluge, Ricardo Alfredo

Evaluación del comportamiento poscosecha de Frambuesas en diferentes condiciones de almacenamiento refrigerado

Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 19, núm. 1, 2018

Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C., México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81355612005>

Evaluación del comportamiento poscosecha de Frambuesas en diferentes condiciones de almacenamiento refrigerado

Evaluation of postharvest behavior of raspberries in different cold storage conditions

Jaqueline Visioni Tezotto-Uliana
Universidade de São Paulo, Brasil

Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81355612005>

Natalia Dallocca Berno
Universidade de São Paulo, Brasil

Recepción: 06 Enero 2018
Aprobación: 10 Abril 2018
Publicación: 30 Junio 2018

Ana Cecilia Silveira Gómez
Universidad de la República de Uruguay, Uruguay

Ricardo Alfredo Kluge
Universidade de São Paulo, Brasil
rakluge@usp.br

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo fue el de evaluar el efecto del almacenamiento refrigerado en la conservación poscosecha de frambuesas de la variedad 'Autumn Bliss', que se almacenaron a 0, 5, 10 y 15±1°C, con un 90±5% HR durante 12 días. La actividad respiratoria, producción de etileno y pérdida de peso se evaluaron diariamente mientras que la firmeza de la pulpa, acidez titulable total, pH, sólidos solubles totales, pectinas, antocianinas y quercetina cada 2 días. A excepción del contenido de sólidos solubles totales, las restantes variables analizadas fueron afectadas por la temperatura de conservación y por el tiempo de almacenamiento. De acuerdo a los resultados, las menores pérdidas de firmeza de la pulpa y peso, así como el mantenimiento de la acidez titulable, contenido de ácido ascórbico, antocianinas, quercetinas y mejor apariencia, se observaron a las temperaturas más bajas (0 y 5 °C). De acuerdo a la temperatura de conservación, las frambuesas almacenadas a 0, 5, 10 y 15 °C se mantuvieron en condiciones adecuadas para su comercialización por 12, 10, 4 y 2 días respectivamente.

PALABRAS CLAVE: *Rubus ideaus* L, actividad respiratoria, pectinas, antocianinas.

ABSTRACT:

The objective of this work was to evaluate the effect of cold storage on post-harvest conservation of 'Autumn Bliss' raspberries stored at 0, 5, 10 and 15 ± 1 ° C and 90 ± 5% HR for 12 days. Respiratory activity, ethylene production and weight loss were evaluated daily while firmness, total titratable acidity, pH, total soluble solids, pectins, anthocyanins and quercetin every 2 days. Excepting total soluble solids, the remaining analyzed parameters were affected by the temperature and storage time. According to the results, the lowest firmness and weight losses, as well as the maintenance of titratable acidity, ascorbic acid content, anthocyanins, quercetins and better appearance, were observed at the lowest temperatures (0 and 5 °C). The raspberries stored at 0, 5, 10 and 15 ° C were kept in suitable conditions for commercialization for 12, 10, 4 and 2 days respectively.

KEYWORDS: *Rubus ideaus* L, respiratory activity pectins, anthocyanins.

INTRODUCCIÓN

Los frutos conocidos como pequeños frutos, donde aparecen las frambuesas, moras y arándanos entre otros, por el hecho de ser especies de relativamente fácil propagación y producción y con un alto valor agregado resultante de los inúmeros beneficios para la salud, despiertan cada vez más el interés de los productores,

NOTAS DE AUTOR

* Autor de correspondencia: Ricardo Alfredo Kluge. E-mail: rakluge@usp.br

investigadores y consumidores. No obstante su estructura frágil y su alta actividad respiratoria limitan de manera considerable su vida útil (Antunes et al., 2003; Raseira et al., 2004).

En el caso específico de la frambuesa (*Rubus ideaus* L.) sus atributos sensoriales (sabor, aroma, apariencia) la vuelven apta para el consumo tanto en fresco como procesadas (Souza, 2007). Además, dentro de sus características destacadas aparecen su capacidad antioxidante, antiinflamatoria, anticancerígena y cardioprotectora debido a su alto tenor de compuestos funcionales como el ácido ascórbico y compuestos fenólicos, principalmente las elacitinas, antocianinas y quercetinas (Heinonen et al., 1998; Katsube et al., 2003).

De acuerdo con Kalt et al. (1999) las frambuesas presentan un alto contenido de antocianinas y quercetinas que aumentan con el transcurso de la maduración por lo que también aumenta su capacidad antioxidante. Por otro lado, algunas de sus características se pierden durante la poscosecha, tal es el caso del contenido de ácido ascórbico y de la firmeza de la pulpa. La apariencia externa también se ve alterada determinando una pérdida de calidad importante (Haffner et al., 2002; Manrique y Lajolo, 2004; Shiga et al., 2003; Souza, 2007).

Los efectos indeseables vinculados a los procesos de maduración y senescencia, pueden ser retardados a través de la aplicación de diferentes tecnologías, donde se destaca el uso del almacenamiento refrigerado. En este sentido, la calidad poscosecha de frambuesas Heritage a 0°C logró mantenerse durante 7 días (Perkins-Veazie y Nonnecke, 1992). Por otro lado, en el caso de las moras, almacenadas a 5°C mantuvieron su calidad comercial también por 7 días mientras que, cuando se almacenaron a 2°C, la vida útil se extendió hasta los 9 días (Perkins-Veazie et al., 1997; Antunes et al., 2003).

El almacenamiento refrigerado es además un factor clave para preservar la estabilidad de los compuestos funcionales (Piljac-Zegarac y Samec, 2010). Sin embargo, la reducción del metabolismo durante la poscosecha, buscando mantener e incluso aumentar los compuestos funcionales de la frambuesa, han sido poco investigadas y poco se sabe del impacto de la refrigeración en el mantenimiento de estos compuestos. En base a esto, el objetivo del presente trabajo fue el de evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la preservación de la calidad organoléptica y funcional de las frambuesas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y tratamientos

Se trabajó con frambuesas de la variedad 'Autumn Bliss' procedentes de un predio comercial localizado en la región productora de Ibiúna, San Paulo, Brasil (23° 39' 21"S – 47° 13' 22"W). Los frutos fueron cosechados con una coloración rosado-rojo, de acuerdo a los criterios comerciales empleados por la empresa productora, y se seleccionaron en cuanto a uniformidad, no solo del color sino también de tamaño y por la ausencia de daños físicos y patológicos. Inmediatamente después de retirados de la planta, fueron colocados en envases de tereftalato de polietileno (PET) de 200 g que se colocaron en cajas de poliestireno expandido con placas de hielo, para su transporte hasta el laboratorio. Ya en el laboratorio, se retiraron los envases PET de las cajas utilizadas para el transporte y se almacenaron en cámaras frigoríficas a cuatro temperaturas diferentes: 0, 5, 10 y 15±1°C, 90±5% HR durante 12 días.

Análisis físico químicos y bioquímicos

La actividad respiratoria y la producción de etileno fueron determinadas por el método estático. Para ello se colocaron 6 frutos en frascos de vidrio herméticos de 80 mL, provistos de septos de silicona, en cada una de las temperaturas evaluadas. Para las determinaciones los frascos fueron cerrados durante 30 y 60 min respectivamente. Transcurrido este tiempo se retiraron muestras de 0,5 mL del espacio de cabeza de

los frascos, que fueron inyectadas en un cromatógrafo de gases (Thermo Electron Corporation, Trace GC Ultra), equipado con dos detectores de ionización de llama. Los resultados fueron expresados en mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ y μL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹. Estos análisis fueron realizados antes de colocar a los frutos en los correspondientes tratamientos de refrigeración, para caracterizar el lote y una vez en refrigeración diariamente durante 12 días.

También se determinó la pérdida de peso, para ello se pesaron cada uno de los envases al inicio y al final de la conservación y la pérdida de peso se calculó como la diferencia entre el valor inicial y final expresándose los resultados como porcentaje del peso inicial.

La firmeza de la pulpa fue determinada por compresión de acuerdo a la metodología descrita por Calbo y Nery (1995), en 10 frutos por repetición expresándose los resultados en N.

El color de los frutos fue evaluado a través del Índice de Color (IC), utilizando un colorímetro (Konica Minolta, CR-400) en 10 frutos por repetición. El IC fue calculado aplicando la fórmula:

$IC = 100 * a / (L * b)$. Los valores obtenidos, estuvieron entre 37 y 77 según la intensidad del color rojo de los frutos (mayor a mayor valor de IC).

El contenido de sólidos solubles totales (SST) fue determinado a través de un refractómetro digital (Atago, PR-101) y los resultados se expresaron en °Brix. La acidez titulable total (AT) fue determinada por la titulación potenciométrica del jugo con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 1N hasta pH 8,1. Los valores se expresaron como porcentaje de ácido cítrico.

El contenido de ácido ascórbico fue determinado siguiendo la metodología propuesta por Carvalho et al. (1990), siendo los valores expresados como mg 100g⁻¹ de pulpa.

Para determinar antocianinas y quercetina se utilizó la metodología propuesta por Lees y Francis (1972) con algunas modificaciones. Para ello se homogenizaron 10 g de pulpa en 10 mL de una solución de etanol al 95% y ácido clorhídrico (HCl) 1,5 N 85:15 (v:v). Luego de esto se tomó una alícuota de 2 mL para la lectura de la absorbancia. Los resultados se expresaron en mg 100 g⁻¹ de pulpa. El contenido de pectinas fue evaluado a través de la metodología de extracción propuesta por McCready y McComb (1952), para luego realizar la determinación por espectrofotometría según lo indicado por Bitter y Muir (1962).

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo de tipo factorial. Para las variables actividad respiratoria, producción de etileno y pérdida de peso el factorial fue de 4 x 12 (temperatura x momento de análisis) y constó de 5 repeticiones de 6 frutos cada una. Para los análisis restantes se utilizó un factorial de 4 x 7 (temperatura x momento de análisis) con 4 repeticiones donde cada unidad experimental era el envase con 200 g de fruta.

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y en caso de encontrarse significancia, se realizó la comparación de medias empleando el test de mínima diferencia significativa (MDS). Cuando las diferencias entre dos tratamientos fueron mayores que la suma de los errores, se consideraron significativas ($P \leq 0,05$) (Shamaila et al., 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La vida útil de las frambuesas mostró diferencias en relación a la temperatura de almacenamiento utilizada. Los frutos que fueron almacenados a 0, 5, 10 y 15°C fueron analizados luego de 11, 5 y 2 días luego de la cosecha respectivamente ya que, posteriormente la ocurrencia de podredumbres determinó que los frutos fueran descartados (Figura 1d). El criterio utilizado para continuar el análisis, fue una incidencia de hasta 50%.

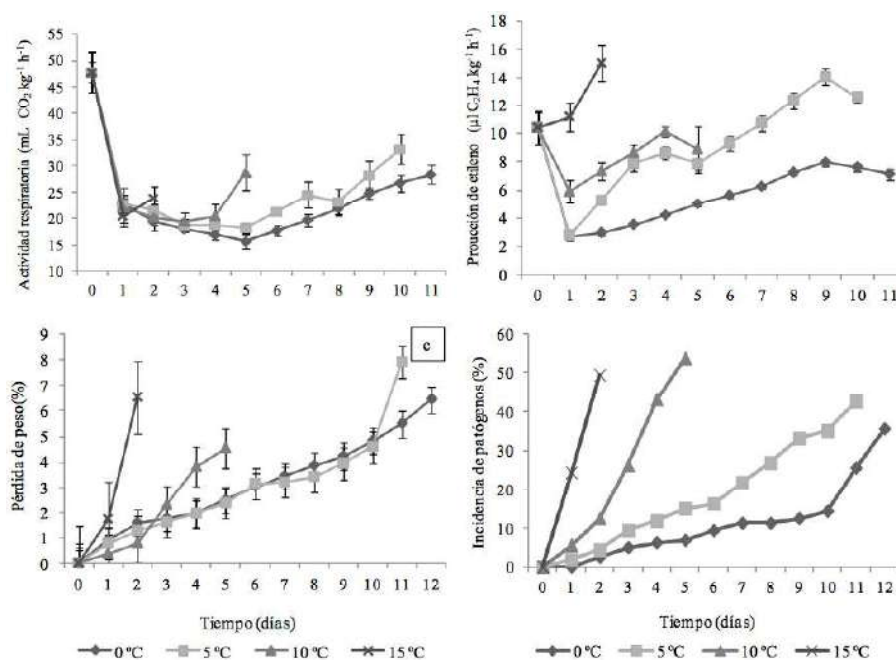


FIGURA 1

Actividad respiratoria (a), producción de etileno (b) pérdida de peso (c) e incidencia de patógenos (d) en frambuesas 'Autumn Bliss' almacenadas por 12 días a diferentes temperaturas y 90±5% de HR.

Las barras verticales representan el error estándar de la media (n=5).

Fuente: elaboración propia.

Independientemente de la temperatura utilizada, la actividad respiratoria de las frambuesas pasó de 47,8 a 22 mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ luego de que los frutos fueran colocados en refrigeración por 24 horas (Figura 1a). Sin embargo, la actividad respiratoria aumentó con el transcurso de los días. Los frutos mantenidos a 15°C mostraron una mayor respiración ya al segundo día, mientras que los frutos mantenidos a 10°C mostraron un aumento a partir del quinto día y finalmente los mantenidos a 0°C presentaron el aumento al cabo de 6 días de conservación.

La disminución pronunciada de la actividad respiratoria observada en esas 24 h iniciales de almacenamiento puede ser consecuencia del efecto de la temperatura sobre las reacciones enzimáticas que forman parte de la respiración. La reducción de la actividad enzimática por efecto de la temperatura, se evidencia en una reducción de la tasa respiratoria (Taiz y Zeiger, 2009). También puede haber contribuido el hecho de que, por el hecho de que la cosecha constituye una situación de estrés, se observa luego de ella un aumento importante de la respiración que en las horas subsiguientes disminuye (Raseira et al., 2004).

Las temperaturas de 0, 5 y 10°C redujeron de manera significativa la biosíntesis de etileno de los frutos ya al primer día de conservación (Figura 1b). También en este caso sucedió lo mismo que con la respiración, la producción de etileno aumentó a partir del primer día de manera directamente proporcional a la temperatura. También en este caso se observó la reducción luego de 24 h de conservación refrigerada independientemente de la temperatura de almacenamiento considerada (Figura 1b). En este caso, inmediatamente después de este tiempo, la producción de etileno aumentó de manera directamente proporcional a la temperatura. Los frutos almacenados a 15°C presentaron ya al segundo día de conservación, una emisión de etileno de 15 µL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹ que se considera un valor elevado, en especial para un fruto de tipo no climatérico como la frambuesa. Posiblemente esto determinó la rápida entrada en la fase de senescencia.

También la temperatura afectó la pérdida de peso. En las diferentes condiciones evaluadas se observaron pérdidas (Figura 1c) que en el caso de los frutos mantenidos a 15°C fueron mayores al 6% luego de 2 días. En los frutos mantenidos a 10°C, las pérdidas alcanzaron valores superiores al 4% al quinto día y a las

temperaturas más bajas evaluadas las pérdidas fueron de alrededor del 7% pero solo después de 11 y 12 días respectivamente. Otros autores como Antunes et al. (2003) mencionan un comportamiento similar en frutos de mora almacenados a diferentes temperaturas.

Las pérdidas de peso están vinculadas al déficit de presión de vapor (DPV) donde a temperaturas más elevadas, 10 y 15°C en este caso, se produce una mayor diferencia entre el ambiente (pobre en vapor de agua) y los frutos (saturados en vapor de agua). Para alcanzar el equilibrio, el fruto pierde vapor de agua y por consiguiente se manifiesta la deshidratación ya que el agua que se pierde no puede ser respuesta (Chitarra y Chitarra, 2005).

La firmeza de la pulpa mostró una caída muy acentuada hasta 4 días después de cosecha independientemente de la temperatura a la cual los frutos fueron almacenados (Figura 2a). Esta caída, de más de 30%, se deba muy posiblemente al aumento de la actividad de las enzimas pectinmetilesterasa (PME) y poligalacturonasa (PG). Antunes et al. (2006) encontraron un aumento en la actividad de las enzimas pectinolíticas, en especial de la PME, que se tradujeron en una pérdida de la firmeza con el transcurso del tiempo en moras, independientemente de la variedad y de las condiciones de conservación. En el caso de los frutos almacenados a 0 y 5°C, que presentaron un periodo de conservación superior a 4 días, tal como se muestra en la Fig. 2a, al décimo día los valores de firmeza medidos estuvieron entre 0,64 y 0,6N respectivamente. Las bajas temperaturas redujeron la actividad de las enzimas pectinolíticas y de esta forma se frenó el proceso de ablandamiento tal como lo menciona Diley (1970).

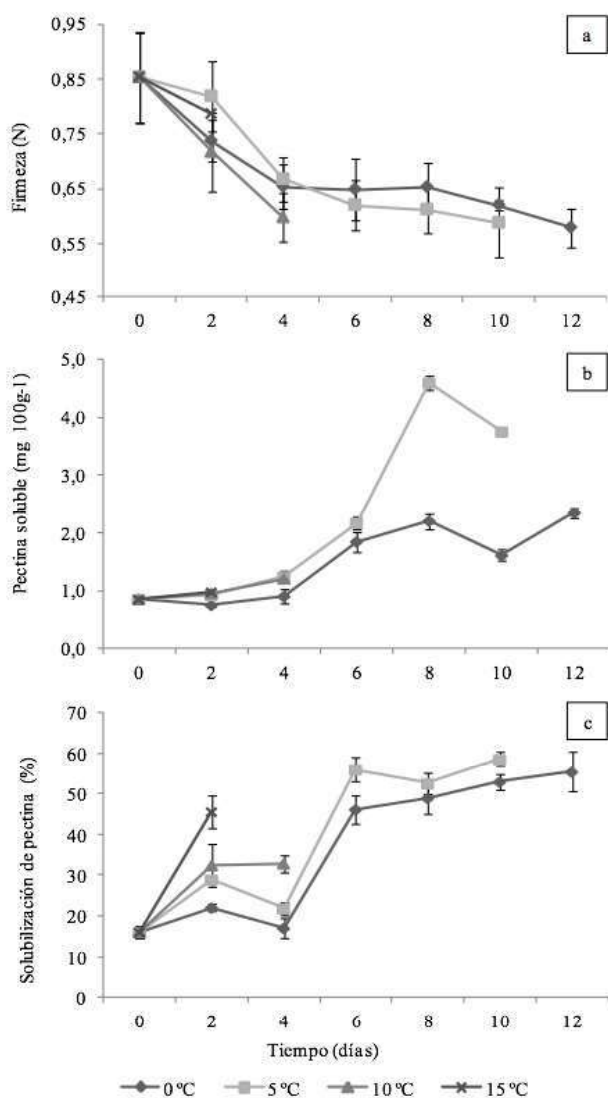


FIGURA 2
 Firmeza de la pulpa (a), pectina soluble (b) y solubilización de pectina (c) en frambuesas ‘Autumn Bliss’ almacenadas por 12 días a diferentes temperaturas y 90±5% de HR.

Las barras verticales representan el error estándar de la media (n=4).

Fuente: elaboración propia.

La pérdida de firmeza fue acompañada por un aumento en la cantidad de pectina soluble tal como se muestra en las Fig. 2b y 2c. En cuanto a este parámetro cabe destacar que a partir del cuarto día las diferencias entre las temperaturas de 0 y 5°C se hacen notorias, donde el contenido de pectinas en los frutos a 0°C fueron significativamente menores a los medidos en los frutos mantenidos a 5°C. Junto al efecto de la temperatura sobre la actividad de las enzimas, pudo existir también un efecto del pH, factor que también influye sobre la actividad enzimática. En los frutos almacenados a 0°C el pH se mantuvo en torno a 3 la mayor parte de tiempo (Figura 3b). Efecto también vinculado a la menor respiración que determinó un menor consumo de los ácidos orgánicos.

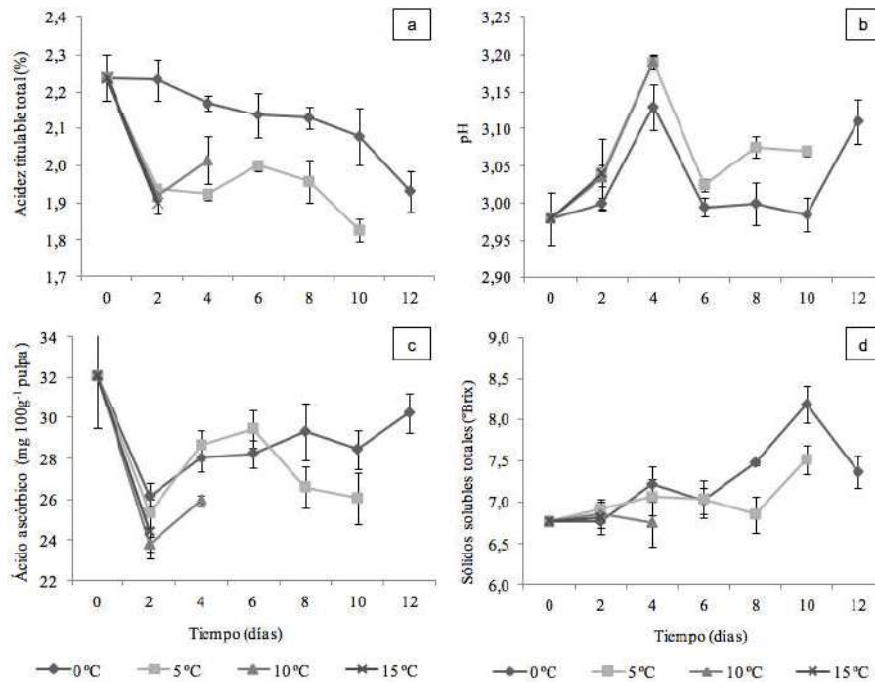


FIGURA 3

Acidez titulable total (a), pH (b), ácido ascórbico (c) y sólidos solubles totales (d) en frambuesas ‘Autumn Bliss’ almacenadas por 12 días a diferentes temperaturas y 90±5% de HR.

Las barras verticales representan el error estándar de la media (n=4).

Fuente: elaboración propia.

Willatsa et al. (2006) observaron que la mantención del pH en el intervalo de 2,2 a 3, reduce la solvatación de la pectina, aumentando la interacción entre sus moléculas y disminuyendo así su solubilización. También Majumber y Mazundar (2002) y Antunes et al. (2006) encontraron resultados similares en phisalis (*Physalis* sp L.) y mora respectivamente.

El pH de los frutos almacenados a 0°C se mantuvo prácticamente incambiado luego de 2 días de almacenamiento mientras que en los frutos mantenidos a mayor temperatura (5, 10 y 15°C) se observó una caída significativa (Figura 3a). Estas diferencias entre tratamientos se mantuvieron durante todo el periodo de conservación. La caída de la AT está relacionada con la actividad respiratoria de los frutos, tal como fuera mencionado anteriormente. En el caso de la frambuesa es bastante más evidente ya que los frutos tienen un bajo contenido de azúcares (Souza, 2007).

Por lo tanto, cuando la temperatura es más elevada, la mayor actividad respiratoria determina un mayor consumo de los ácidos orgánicos responsables de la AT de los frutos, tal como fuera observado en este trabajo (Figura 3b). Resultados similares fueron encontrados por de Ancos et al. (1999).

Los frutos almacenados a 0°C mantuvieron su pH próximo a 3 desde el inicio del experimento y hasta los 10 días de almacenamiento mientras que los frutos almacenados a las demás temperaturas alcanzaron ya al segundo día valores de pH de 3,05 mostrando diferencias significativas con los a 0°C para los siguientes momentos de análisis tal como se muestra en la figura 3b. El menor pH de los frutos a 0°C se relaciona con la mayor acidez de éstos. Según Antunes et al. (2003) frutos de mora almacenados a 2°C tampoco presentaron una variación del pH durante el almacenamiento, situación que los autores atribuyeron a la capacidad tampón el jugo.

El contenido de AA cayó de forma significativa luego de 2 días de conservación principalmente en los frutos a temperaturas de 10 y 15°C (Figura 3c). A partir de este momento se observó un aumento, tanto es así que al final del periodo, y en el caso de los frutos a 0°C, los valores medidos no se diferenciaron de los medidos

al inicio. La caída inicial observada podría ser debida al hecho de que el AA es un compuesto antioxidante que participa en los mecanismos de defensa frente al estrés de los productos vegetales. En este sentido, puede haber sido utilizado por los frutos para protegerse del daño oxidativo generado por esa situación de estrés inicial causado por la refrigeración (Smirnoff, 1999). La mayor estabilidad del ácido ascórbico de los frutos almacenados a 0°C puede deberse a la mayor acidez de éstos de manera que este medio ácido evite la degradación (Figura 4b/c).

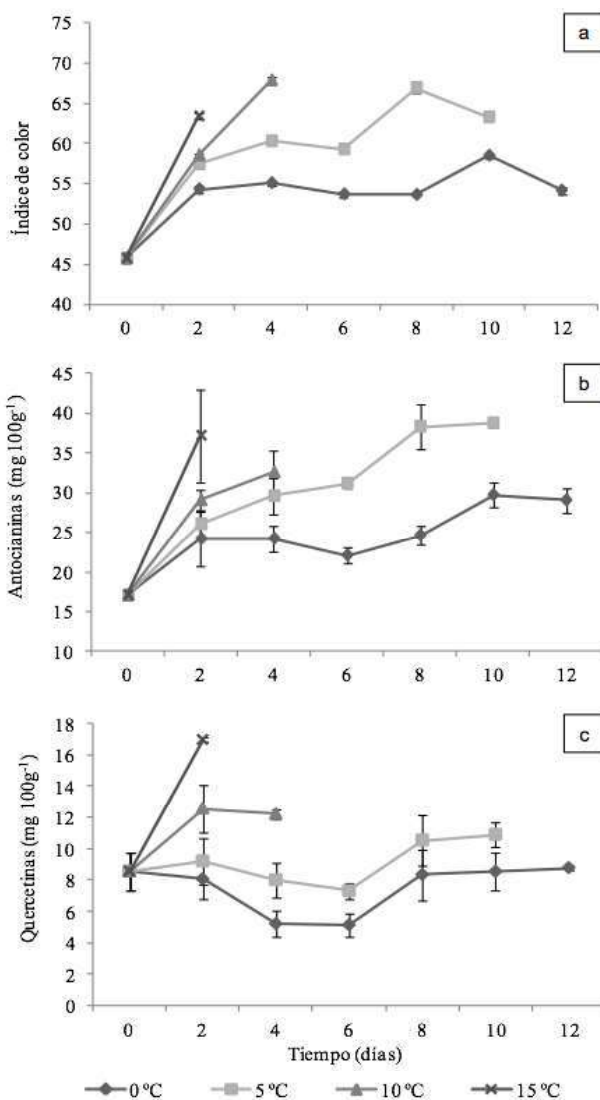


FIGURA 4
 Índice de color (a), contenido de antocianinas (b) y contenido de quercetina (c) en frambuesas ‘Autumn Bliss’ almacenadas por 12 días a diferentes temperaturas y 90±5% de HR. Las barras verticales representan el error estándar de la media (n=4). Fuente: elaboración propia.

Miller y Rice-Evens (1997) observaron que frutos como la frambuesa, almacenan la mayor parte del ascorbato en la vacuola en lugar del citosol. La vacuola tiene un pH muy bajo y ocupa la mayor parte del volumen celular. Si el ácido ascórbico está presente en este compartimento, estará protegido de la oxidación en especial porque comparten el espacio con compuestos de naturaleza fenólica. Resultados similares fueron encontrados por Kalt et al. (1999) al estudiar los compuestos antioxidantes de frambuesas y arándanos almacenados a diferentes temperaturas.

Independientemente del tratamiento, los niveles de SST permanecieron constantes hasta los 6 días de conservación (Figura 3d). Luego, los frutos que estuvieron a 0 y 5°C presentaron un aumento en los mismos probablemente vinculado a la degradación de las pectinas y no a una modificación de los azúcares, ya que no se modificó el dulzor (datos no mostrados) y teniendo en cuenta que las pectinas forman parte de los compuestos medidos al evaluar SST (Chitarra y Chitarra, 2005).

Perkins-Veazie y Collins (1996) también encontraron que las moras luego de 7 días a 2°C, presentaban un aumento en los SST. Según los autores, además de la ocurrencia de la degradación de los materiales de la pared celular, el aumento fue consecuencia de la pérdida de peso, ya que por la deshidratación de los frutos los SST estaban más concentrados. También el aumento observado en nuestro trabajo puede explicarse por este hecho.

El IC al momento de cosecha fue próximo a 45, lo que se correspondió con un color rojizo, estando de acuerdo con los valores presentados por Souza (2007) (Figura 4a). En el día 2 los frutos alcanzaron valores de 54 a 63, siendo mayor el valor de IC cuanto mayor fue la temperatura de almacenamiento. A 0°C los valores de IC fueron los menores mostrando diferencias estadísticas con las demás condiciones de almacenamiento para todo el periodo de conservación. La menor coloración de los frutos correspondería a un menor metabolismo de las antocianinas que son los pigmentos responsables del color. Esto ocurre porque a baja temperatura se reduce el metabolismo de los frutos tal como se observó en la respiración y en la solubilización de las pectinas. De acuerdo con Manrique y Lajolo (2004), las pectinas, además de ser determinantes de la firmeza, ejercen un efecto cooperativo sobre algunos atributos como aroma, sabor y color.

Tanto el IC como las antocianinas presentaron un comportamiento similar (Figura 4b). De manera general, el contenido de antocianinas aumentó con el transcurso de la conservación siendo que, cuanto más alta la temperatura de almacenamiento de los frutos, mayor y más rápido fue el incremento de la pigmentación de los frutos. Esto pudo deberse al aumento del pH (Figura 3b) ya que al ocurrir la reducción de los iones H^+ , el catión flavílico, compuesto de color rojo, pierde protones y forma bases quinoidales de un característico color púrpura (Albarici et al., 2006). Kalt et al. (1999) mencionan que, el aumento en la pigmentación de los frutos luego de la cosecha forma parte del metabolismo poscosecha de los frutos. Durante la poscosecha ocurre un aumento de la actividad respiratoria acompañado de otros fenómenos como el aumento en síntesis del ácido shikímico y la disminución de la AT que lleva que los ácidos orgánicos pasen a suministrar los esqueletos de carbono para síntesis de compuestos fenólicos entre ellos las antocianinas. También Mazza y Miniati (1993) observaron un aumento en el contenido de antocianinas con el transcurso de la conservación.

Al igual que en las antocianinas, también el contenido del flavonoide quercetina fue mayor en las temperaturas más altas (10 y 15°C) y con el aumento del almacenamiento (Figura 4c). En el caso de los frutos almacenados a 0 y 5°C, la quercetina disminuyó hasta el sexto día y a partir de ese momento aumentó hasta alcanzar los valores iniciales que se mantuvieron hasta el final del periodo de conservación.

La disminución en el contenido de quercetina que se observó en los frutos mantenidos a las temperaturas más bajas pudo ser consecuencia de su exposición a condiciones oxidativas severas pues, al igual que el AA, la quercetina participa en la remoción de los radicales libres (Lakhanpal y Rai, 2007). En esta condición de temperatura tan estresante se da un agotamiento de este compuesto para paliar el daño potencial que los radicales libres puedan ocasionar. Por otro lado, el aumento posterior a los 6 días que ocurrió en estos frutos así como el aumento en los frutos expuestos a 10 y 15°C también estarían vinculados a los mecanismos de defensa de los tejidos frente al estrés de manera similar a lo observado por Barata-Soares et al. (2004) con el AA.

CONCLUSIONES

La temperatura de 0°C es la recomendable para el almacenamiento de frambuesas de la variedad 'Autumn Bliss' ya que permite preservar los parámetros vinculados a la calidad físico-química y los compuestos bioactivos por un período de 12 días.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundação de Amparo à Pesquisa del Estado de São Paulo (FAPESP) por la beca concedida (N° 2010/02601-3).

BIBLIOGRAFÍA

- Albarici, T.R., Pessoa, J.D.C., Forim, M.R., 2006. Efeito das variações de pH e temperatura sobre as antocianinas na polpa de açaí – estudos espectrofotométricos e cromatográficos. *Embrapa Comunicado Técnico* 78. p. 5.
- Ancos, B., Gonzalez, E., Cano, P.M., 1999. Differentiation of raspberry varieties according to anthocyanin composition. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A*, v. 2008, n. 1, p. 33-38.
- Antunes, L.C., Duarte Filho, J., Souza, C.M., 2003. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n.3, p. 413-419.
- Antunes, L.E.C., Gonçalves, E.D., Trevisan, R., 2006. Alterações da atividade da poligalacturonase e pectinametilsterase em amora-preta (*Rubus* spp) durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Agrociência*. v.12, n.1, p. 57-61.
- Barata-Soares, A.D., Gómez, M.L.P.A., Mesquita, C.H., Lajolo, F.M., 2004. Ascorbic acid biosynthesis: a precursor study on plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. v. 16, n. 3, p. 147-154.
- Bitter, T., Muir, H.M., 1962. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Chemistry*. v. 34, p. 330-334.
- Calbo, A.G., Nery, A.A., 1995. Medida de firmeza de hortaliças pela técnica de aplanção. *Horticultura Brasileira*, v. 13, n. 1, p. 14-18.
- Carvalho, C.R.L., Mantovani, D.M.B., Carvalho, P.R.N., Moraes, R.M.M., 1990. Análise química de alimentos. ITAL, 121 p. (Manual Técnico).
- Chitarra, M.I.F., Chitarra, A.B., 2005. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 783 p.
- Diley, D.R., 1970. Enzymes. In: HULME, A.C. The biochemistry of fruits and their products. London: Academic Press, p.159-178.
- Haffner, K., Rosenfeld, H.J., Skrede, G., Wang, L., 2002. Quality of red raspberry *Rubus idaeus* L. cultivars after storage in controlled and normal atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*, v. 24, p. 279-289.
- Heinonen, I.M., Meyer, A.S., Frankel, E.N., 1998. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 46, p. 4107-4112.
- Kalt, W., Forney, C.F., Martin, A., Prior, R., 1999. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal Agriculture Food Chemistry*, v.47, n. 11, p. 4639-4644.
- Katsube, N., Iwashita, K., Tsuchida, T., Yamaki, K., Kobori, M., 2003. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 51, n. 1, p. 68-75.
- Lakhanpal, P., Rai, D.K., 2007. Quercetin: a versatile flavonoid. *Journal of Medical Update*, v. 2, n. 2, p. 16.
- Lees, D. H., Francis, F. J., 1972. Standardization of pigment analyses in cranberries. *Hortscience*, v. 7, n. 1, p. 83-84.
- Majumber, K., Mazumdar, B.C., 2002. Changes of pectin substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in relation to three enzyme activity and evolution of ethylene. *Scientia Horticulturae*, v. 96, n. 4, p. 91-101.
- Manrique, G.D., Lajolo, F.M., 2004. Cell-Wall polysaccharide modification during postharvest ripening of papaya fruit (*Carica papaya* L.). *Postharvest Biology and Technology*, Pullman, v. 33, p. 11-26.
- Mazza, G., Miniati, E., 1993. Anthocyanins in Fruits Vegetables and Grains, CRC Press: Boca Raton, FL, p.105.
- Mesbahi G., Jamaljan J., Farahnaky A., 2005. A comparative study on functional properties of beet and citrus pectins in food systems. *Food Hydrocolloid*. v.19, n. 4, p. 731-738.
- McCready, R.M., McCoomb, E.A., 1952. Extraction and determination of total pectin materials in fruits. *Analytical Chemistry*. v. 24, n. 12, p. 1586-1588.

- Miller, N.J., Rice-Evans, C., 1997. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total anti-oxidant activity of orange and apple fruit juices and black-currant drink. *Food Chem.*, v. 60, p. 331-337.
- Perkins-Veazie, P., Collins, J.R., 1996. Cultivar and maturity affect postharvest quality fruit from erect blackberry. *HortScience*, v. 31, n. 2, p. 258-261.
- Perkins-Veazie, P., Collins, J.K., Clark, J.R. et al., 1997. Air shipment of 'Navaho' blackberry fruit to Europe is feasible. *HortScience*, Alessandria, v. 32, n. 1, p. 132.
- Perkins-Veazie, P., Nonnecke, G., 1992. Physiological changes during ripening of raspberry fruit. *HortScience*. v.27, p. 331-333.
- Piljac-Zegarac, J., Samec, D., 2010. Antioxidant stability of small fruits in postharvest storage at room and refrigerator temperatures. *Food Research International*, vol. 44, p. 345-350.
- Rascira, M.C.B., Gonçalves, E.D., Trevisan, R., Antunes, L.E.C., 2004. Aspectos Técnicos da cultura da framboeseira. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 22. (Documento, 120)
- Shamaila, M., Powrie, W.D., Skura, B.J., 1992. Sensory evaluation of strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP) by quantitative descriptive analysis. *Journal of Food Science*, v. 57, p. 1168-1172.
- Shiga, F.M., Filisetti, T.M.C.C., Lajolo, F.M., 2003. Cell wall polysaccharides of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v. 23, n. 2, p. 141-148.
- Smirnoff, N., 1999. The function and metabolism of ascorbic acid in plants. *Annales Botanici*, v. 78, n. 6, p. 661-669.
- Souza, M.B., 2007. Framboesa: qualidade pós-colheita. *Folha de Divulgação AGRO 556*. n. 6, p.32.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2009. *Fisiologia Vegetal*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 848 p.
- Willatsa, W.G.T., Knox, J.P., Mikkelsen, J.D., 2006. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. *Trends in Food Science and Technology*, v. 17, p. 97-104.