

# **Aplicación de sucralosa a cerezas orgánicas cv. Sweetheart® en atmósfera modificada y su aceptación sensorial**

## **Application of sucralose on organic cherries cv. Sweetheart® with modified atmosphere, and its sensory acceptance**

*Nelson Loyola López\*, Patricio Hernández Valenzuela, Carlos Pino Torres.*

Universidad Católica del Maule. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Ciencias Agrarias. Carmen 684 Casilla 7 - D Curico. Chile. \*Autor para correspondencia: nloyola@ucm.cl

Rec.: 03.01.12    Accept.: 27.09.13

### **Resumen**

Cerezas cv. Sweet Heart® de un cultivo orgánico en la comuna de Los Angeles, región del BíoBío, Chile, sometidas a los tratamientos: T0, control; T1, con 1.5% de sucralosa y T2, con 2.0% sucralosa. Se almacenaron en cajas de 5 kg con bolsas Fresh View en A.M., conservadas por 20, 35 y 50 días a temperatura de  $0 \pm 0.5$  °C y humedad relativa de  $90 \pm 0.5\%$ . Después de 35 días, las cerezas con el tratamiento (T1) exhibieron la menor pérdida de peso. Esta tendencia fue mantenida al día 50, al utilizar sucralosa (T1 y T2), con menor pérdida de peso respecto al tratamiento T0. La fruta con cobertura, mostró una leve disminución en la presión de pulpa, pero siempre sobre el valor límite menor recomendado en unidades Durofel. La sucralosa aplicada permitió incrementar levemente el brillo de cerezas tanto a 20 como a 50 días de almacenamiento. El tratamiento con 1.5% de sucralosa (T1) tuvo un efecto favorable en el sabor y color al día 35. La apariencia y aceptabilidad de las cerezas mostraron un cambio positivo y significativo durante los 35 días debido a la sucralosa a 1.5%(T1).

**Palabras clave:** Coberturas protectoras, post cosecha, almacenamiento cereza.

### **Abstract**

Cherries cv. Sweet Heart® from an organic orchard in the district of Los Angeles, Bío Bío Region, Chile, were subjected to the application of the treatments: T0, control; T1, 1.5% sucralose, and T2, 2.0% sucralose. They were then packed in M.A. packaging, View Fresh, inside cardboard boxes of 5 kg conserved for 20, 35 and 50 days at a temperature of  $0 \pm 0.5$  °C with relative humidity of  $90 \pm 0.5\%$ . Fruits under treatment T1 showed the lowest weight loss at 35 days of storage. This trend was maintained on day 50, when the addition of sucralose (T1 and T2), involved a minor loss of fruit weight with respect those similar under treatment T0. The fruit with sucralose showed as light decrease in pressure of pulp but always above the lower limit of recommended Durofel units. The use of sucralose was able to increase slightly the brightness of the fruit at 20 and 50 days of storage. The use of 1.5% sucralose (T1) had a favorable effect on the flavor and color at day 35. The appearance and acceptability of cherries, showed significant positive changes at the 35 days of storage, with the treatment (T1).

**Key words:** Protective covers, postharvest, storage.

## Introduction

La fruticultura en Chile es un sector importante dentro del área agrícola nacional. Nuevas especies e introducción de variedades y la agricultura ecológica son importantes contribuciones a la diversificación de la fruta; siendo *Prunus avium* L. cv. Sweet- Heart® una opción interesante, ya que es el preferido por los productores de cultivares de las zonas frías (Bargioni, 1996). Los cerezos son reconocidos por su importancia en Chile, su presencia es común en los huertos familiares. Las plantaciones comerciales se encuentran desde la Región de Coquimbo hasta Aysén, incluyendo la zona metropolitana y Los Ríos. Las plantaciones en Chile han crecido de forma constante, desde 4900 ha en 2000 a alrededor de 13 500 ha en 2007, un crecimiento promedio de más de 1.200 ha/año (Fundación para la Innovación Agraria, FIA, 2008).

El mercado mundial de productos orgánicos se ha venido desarrollando de forma constante en las últimas décadas (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA, 2007); estos productos se obtienen en casi todos los países del mundo, principalmente debido a una creciente demanda de los consumidores y la necesidad de hacer las prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente. Al mismo tiempo, la agricultura ecológica en Chile continúa desarrollándose rápidamente. La fruta se ha definido como un producto alternativo para el Sur de Chile (Ellena, 2002), gestionado bajo producción ecológica, que conducen a una mayor competitividad y permite los mejores precios en los mercados internacionales.

Según ODEPA (2008) durante la temporada 2007-08 fueron certificados como orgánicos en Chile 30.443 hectáreas de plantaciones y el 14% eran de fruta, lo que representa 4161 ha y cerezos ocupan 60.5 ha, que corresponde al 2,2% de la superficie ocupada por árboles frutales.

La cereza tiene un alto nivel de deshidratación, favorecida por su cutícula

delgada (Joublan y Claverie, 2004). El uso de atmósferas modificadas, encerado o cubiertas, permite prolongar la vida útil de los mismos. El uso de la sucralosa como un alimento fue aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos (F.D.A.) en 1999 (Rodero *et al.*, 2009), y podría ser utilizado como una cubierta, ya que es una sustancia permitida para la producción de alimentos orgánicos.

La hipótesis de este estudio fue: la aplicación de la sucralosa, reduce la pérdida de la evaluación sensorial, física y química de las cerezas (*Prunus avium*) cv. Sweet Heart® en producción orgánica con atmósfera modificada, favoreciendo su apariencia y aceptabilidad. Además, para apoyar la hipótesis se planteó el objetivo de determinar el efecto de la sucralosa en la vida poscosecha de cerezas orgánicas cv. Sweet Heart®, almacenadas bajo atmósfera modificada, evaluando parámetros físicos, químicos y sensoriales, y analizar la intensidad de los atributos sensoriales y la aceptabilidad de los frutos después del almacenamiento.

## Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo entre diciembre de 2009 y junio de 2010. La materia prima utilizada para realizar el ensayo fue Cereza (*Prunus avium* L.) cv. Sweet Heart® de la huerta orgánica llamada Granja Huaquen (37° 30' S, 72° 26' W) a 7 km de la ciudad de Los Angeles en la región Ñuble, Chile.

Árboles orgánicos de cereza se plantaron en un marco de 5.0 x 3.0 m en 2001, sobre un patrón de cerezo ácido (*Prunus cerasus*), y orientados a 37° noroeste. Esta zona se caracteriza por temperaturas medias que oscilan entre los 27,1 °C (máximo en enero) y 4,1 °C (mínima en julio) (Santibáñez y Uribe, 1993). El suelo es aluvial, con un moderado grado de evolución y ocupa una terraza inferior, formando un campo profundo con una topografía casi plana (Ciren, 1999).

El momento de la cosecha se decidió de acuerdo a los índices de madurez, la piel

de color caoba rojo claro, firmeza de pulpa, con más de 75 unidades Durofel, sólidos solubles superior a 16 °Brix y acidez superior a 0.6% (Ferrer *et al.*, 2000). Una vez cosechadas, las cerezas se colocaron en recipientes de cosecha plásticos perforados con unas dimensiones de 400 x 600 x 175 mm. Se utilizó una hoja de esponja empapada en agua (360 x 560 x 80 mm), dispuestas en la base de la caja y sobre las cerezas. Una vez en la casa de empaque, las cerezas de fueron identificadas, se tomaron muestras y se sometieron a hidro-refrigeración rápida con temperatura del agua entre 0 - 1 °C, la temperatura de la pulpa de la fruta a la salida de 0 ° a 2 °C, con un tiempo de 8 minutos de las cajas bajo el agua. La fruta después entró en la cámara de mantenimiento, cuya temperatura era -1 ° ± 0.5 °C y una humedad relativa de 90 ± 0.5%.

Para la prueba, se utilizaron frutos caoba rojo claro y medidor de rango entre 26,0 y 27,9 mm en diámetro (Jumbo). Los tratamientos se aplicaron por inmersión en las soluciones correspondientes de sucralosa de 1.5 y 2.0%. Bolsas resellables con frutos fueron colocados en bolsas de atmósfera modificada dentro de cajas de cartón de 5,0 kg de peso neto. Además, las bolsas se identificaron y se transfirieron a una cámara con temperatura de 0 ± 0.5 °C con una humedad relativa de 90 ± 0.5%. Cuando la temperatura de la pulpa de la fruta se redujo a entre -0.5 y 1.5 °C, bolsas de atmósfera modificada (AM) 'View Fresh' se sellaron con calor a través de su anchura, teniendo cuidado de eliminar el exceso de aire del interior de la bolsa, buscando desarrollar una AM pasiva (Day, 1995). La fruta se almacenó durante 20, 35 y 50 días a una temperatura de 0 ± 0.5 °C con una humedad relativa de 90 ± 0.5%, desde el 24 de diciembre. Tres mediciones se realizaron a los 20, 35 y 50 días desde el comienzo del almacenamiento.

Después del empaque en bolsas resellables de 0.5 kg de peso neto, se aplicaron los siguientes tratamientos e identificados como T<sub>0</sub>: sin aplicación de productos químicos en las cerezas que se

almacenaron bajo AM pasiva; T<sub>1</sub>: aplicación de sucralosa al 1.5% a las cerezas que se almacenaron bajo AM pasiva; T<sub>2</sub>: aplicación de sucralosa al 2.0% a las cerezas que se almacenadas bajo AM pasiva.

La solución de sucralosa al 1.5% se obtuvo disolviendo 675 g en 45 l de agua destilada, mientras que 900 g se disolvieron en 45 l de agua para la solución al 2.0%. La aplicación se llevó a cabo mediante la inmersión de la fruta en cada solución, según la concentración, por 1 min y después se dejó secar a temperatura ambiente. La unidad experimental fue de 200 g de contenido en bolsas resellables, con tres replicas. Luego se procedió a su conservación. Los parámetros físicos evaluados después del período frío fueron peso, color de la piel medido por la Commission Internationale d'Eclairage L\* a\* b\* (Hunter Lab, 2001) y presión. Los gases se midieron y se expresan en mg/100 g de peso fresco. Se utilizó un dispositivo portátil Check Point (O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) Dansensor GDP. La concentración de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> se expresan como un porcentaje. se utilizó un refractómetro digital modelo Atago RX-5000 para medir los parámetros químicos de los sólidos solubles en frutas. Una muestra pequeña de jugo se colocó a 20 °C sobre el prisma del refractómetro, el resultado se registró en °Brix. La medición de pH se realizó mediante el uso de un pHmetro digital modelo Thermo Orion 3 estrellas. Además, se midió el ácido málico, y para ello, se utilizó un titulador automático Mettler Toledo. Se pesaron 2 g de jugo de cereza en un recipiente de muestra, después se añadió 40 g de agua destilada, se mezcló y ajustó para ser leído. El resultado se expresó como porcentaje de ácido málico (A.O.A.C., 1990).

Para medir las características organolépticas de las cerezas, se realizó un análisis sensorial a través de la evaluación con 30 panelistas entrenados, que calificaron, utilizando una guía no-estructurada, la intensidad del color atributos piel, sabor, aroma y textura. Además, estos panelistas utilizaron una segunda guía estructurada para la

evaluación de la apariencia y aceptabilidad con una escala de 1 a 9, donde: (1) No me gusta en extremo, (2) no me gusta mucho, (3) No me gusta moderadamente, (4) no me gusta en algún grado, (5) no tiene efecto sobre mí, (6) Me gusta en algún grado, (7) Me gusta moderadamente, (8) Me gusta mucho, (9) Me gusta en extremo (Witting, 2001).

**Análisis estadístico.** Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 3 x 3 con un nivel de confianza del 95%, teniendo en cuenta factores como el nivel de sacarosa y días de almacenamiento. Para comparaciones múltiples, se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%.

## Resultados y discusión

### Análisis físico

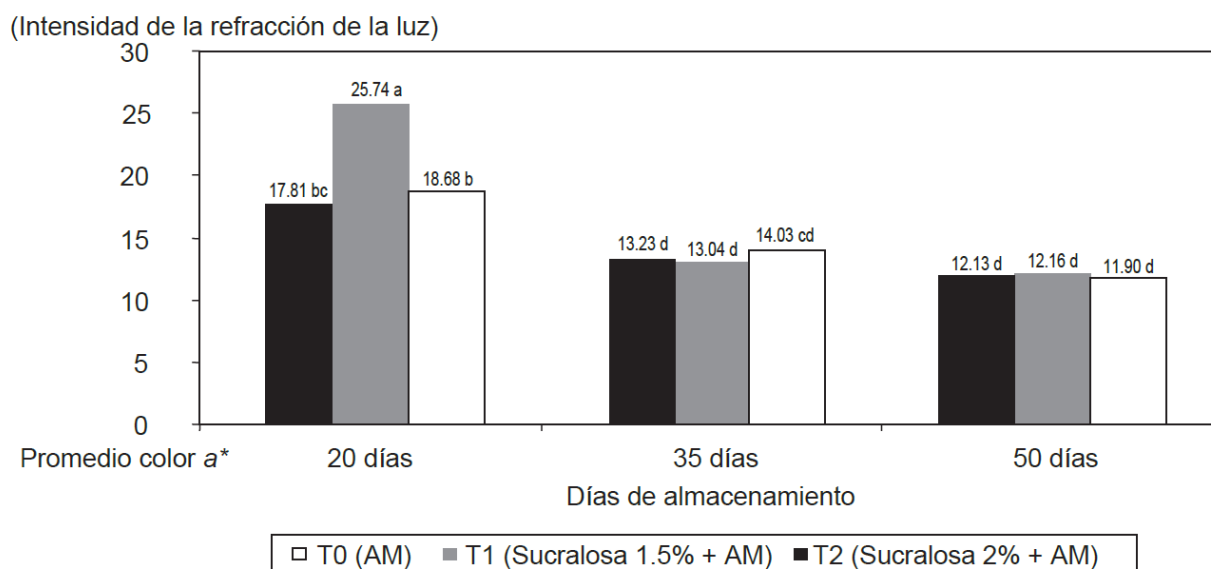
**Peso.** De acuerdo con Gatti *et al.* (1984) el fruto del cerezo a temperatura ambiente y condiciones de baja humedad, puede perder hasta un 1% de peso por hora. Durante los primeros 20 días de almacenamiento no hubo diferencias estadísticamente significativas en la pérdida de peso entre los frutos sometidos a diferentes tratamientos. Sin embargo, las cerezas bajo el tratamiento  $T_0$  mostraron una pérdida de peso 0.9%, siendo la pérdida más evidente en comparación con los otros tratamientos, aunque ligera.

A pesar de la pérdida de peso el fruto no mostró signos significativos de deshidratación pedicelo. En este sentido, Gil (2001) sugiere que el umbral para detectar signos de marchitamiento es de entre 3 y 5% del peso. Después de 35 días de almacenamiento, la fruta bajo tratamiento  $T_0$  mostró una ligera disminución en el peso, con respecto a los otros tratamientos, con valores diarios de 1.2 g. Para los tratamientos  $T_1$  y  $T_2$ , las pérdidas de peso se registraron de 0.74 y 0.87 g por día, respectivamente. A los 50 días de almacenamiento, los tratamientos continuaron con una tendencia similar a la segunda medición, es decir frutas en tratamiento  $T_0$  mostraron una mayor

pérdida de peso en relación con  $T_1$  y  $T_2$  con una pérdida de peso 2.03 g al día, casi el doble de la pérdida de peso en comparación con el mejor respuesta,  $T_1$ . Es decir, para estos mismos días de almacenamiento, la fruta con  $T_1$  tuvo la menor pérdida de peso de 1.02 g por día de almacenamiento, correspondiente a una diferencia de peso de 10.2% del peso inicial.

Frutas bajo el tratamiento  $T_1$ , con aplicación de 1.5% de sucralosa, mostraron la menor pérdida de peso a los 35 y 50 días de almacenamiento. La adición de sucralosa y AM, de hecho, podría reducir la pérdida de peso de la cereza, además se relaciona con las condiciones de atmósfera y temperatura durante el almacenamiento y también con el nivel de la tasa de respiración y el estado de madurez. Por lo tanto, estos tratamientos no pudieron reducir la pérdida de firmeza medido por la presión de la pulpa en unidades Durofel como se explicará en los párrafos posteriores. Para Gil (2001), mediante el uso de cubiertas o ceras, la fruta se somete a una protección física capaz de reducir la pérdida de agua hasta en un 30 a 40%. Además, fruta fresca casi cosechada pierde agua en forma de vapor desde los espacios intercelulares por transpiración, especialmente la Cereza (Gil, 2001).

**Color de piel.** En este estudio, el uso de sucralosa en concentraciones de 1.5 y 2.0% en ambos  $T_1$  y  $T_2$  no mostraron cambios estadísticamente significativos en el brillo (valor de  $L^*$ ) y amarillez (valor  $b^*$ ) de cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® durante las evaluaciones realizadas en almacenamiento. No obstante, cada uno de los tratamientos mostraron una disminución en el brillo de la fruta durante el almacenamiento, es decir, las cerezas se estaban volviendo más oscuras. La pérdida de brillo y oscurecimiento de la piel también fueron reconocidos por Horvitz *et al.*, (2004). Algunas frutas se revisten usualmente para lograr más brillo (Gil, 2001). En este caso, el uso de sucralosa fue capaz de incrementar ligeramente el brillo de la fruta a los 20 y 50 días de almacenamiento. Además, en el tratamiento



**Figura 1.** Evolución del valor de a\* (enrojecimiento) de cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® almacenadas bajo atmósfera modificada por un periodo de 50 días a  $0 \pm 0.5$  °C.

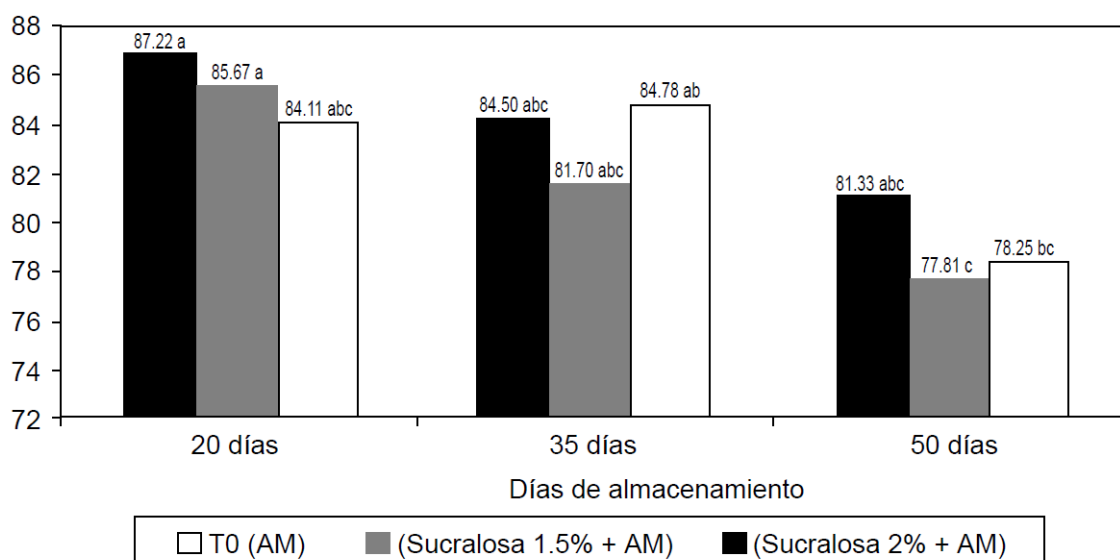
T<sub>2</sub> se observó un aumento de la luz en el valor b\* con respecto a la fruta de T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub>, es decir, cerezas de tratamiento T<sub>2</sub> fueron ligeramente más amarillas que las de T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub>. La misma tendencia se produjo durante la medición a los 50 días de almacenamiento, pero a pesar de que no se observaron diferencias estadísticamente significativas, se muestra una disminución en la amarillez o el valor de b\* de frutas bajo tratamientos, con respecto a la primera medición.

Para el valor de a\* (enrojecimiento) hubo diferencias estadísticamente significativas sólo a los 20 días de almacenamiento, que fue provocado por el tratamiento T<sub>1</sub> con un promedio de a\* de 25.74. Este valor fue 30.8 y 27.4% superior a T<sub>0</sub> y T<sub>2</sub>, respectivamente. Entonces, después de 20 días de almacenamiento, las cerezas del tratamiento T<sub>1</sub> tuvieron una mayor tonalidad roja (Figura 1). Esos valores instrumentales (L\*, a\* y b\*) obtenidos en esta investigación están relacionados con el aumento de madurez y deberían contribuir a la evaluación sensorial de los frutos de cerezo.

Durante los siguientes días de almacenamiento, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, aunque cada uno de

los tratamientos mostraron una disminución en el color rojo, es decir, los valores más bajos de a\*. Esto discrepa con las observaciones por Horvitz *et al.* (2004), que presentó un aumento en tonos rojizos de cereza del cv. Sweet Heart® durante 42 días de almacenamiento. El resultado anterior también fue encontrado por Andris *et al.* (1994), quienes observaron un cambio similar en algunas variedades de cereza. Esto se relacionaría con la polimerización de compuestos fenólicos y la senescencia de la fruta (Horvitz *et al.*, 2004).

En general, la relación entre el color y sólidos solubles es estrecha y directa (Gil, 2001). En este sentido, la reducción de sólidos solubles de la fruta en esta prueba fue consistente con la disminución de los valores de L\*, a\* y b\*. Aunque este trabajo no estudió la influencia de la luz y la posición de la fruta en el dosel del árbol sobre el color de la piel de la cereza como lo hicieron Lewallen y Marini (2003); por lo tanto, puede haber una influencia no sólo en el color de la piel, sino también en las características físicas y atributos sensoriales de los frutos de cerezo. Los tres tratamientos, principalmente T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> tuvieron una influencia en el color rojo y el brillo de acuerdo con el período de almacenamiento, probablemente



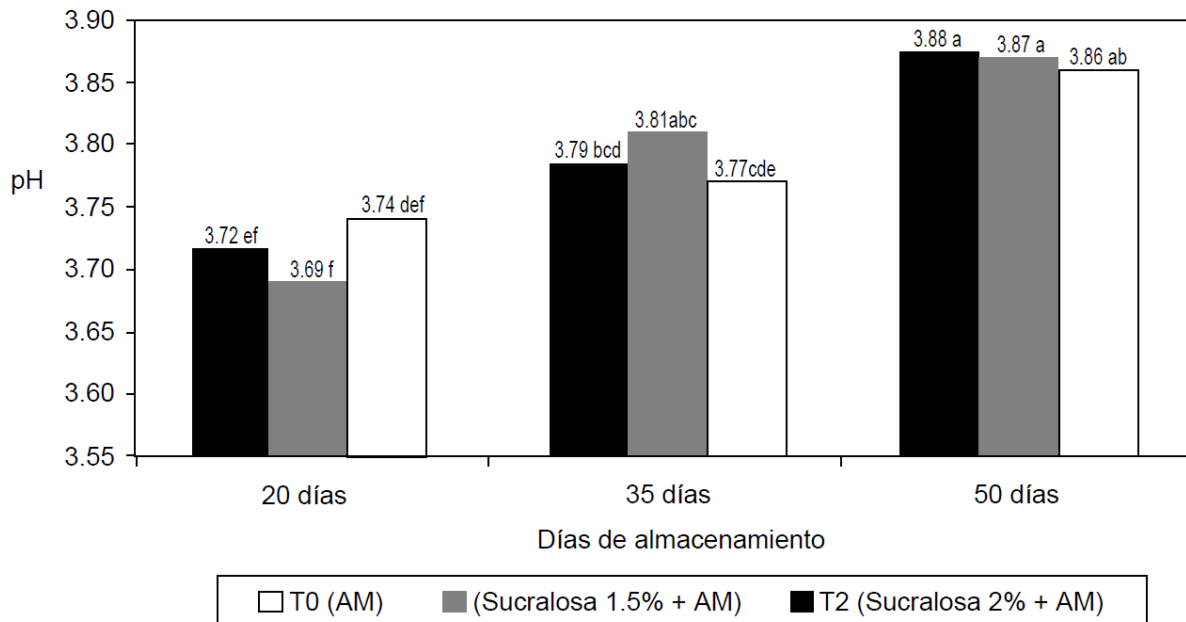
**Figura 2.** Evolución de la presión en cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® almacenadas bajo atmósfera modificada por un período de 50 días a  $0 \pm 0.5$  °C

relacionado con los fenómenos normales de madurez, pero esos tratamientos podrían respaldar los requisitos de color de la cereza para mercadeo de productos frescos que puede ser corroborado por los panelistas sensoriales.

**Presión.** La firmeza es uno de los parámetros de calidad más importantes en la determinación de la aceptación y la duración de la vida comercial de cerezas (Brown y Bourne, 1988). Durante el almacenamiento refrigerado, en esta prueba, no se observó variación estadísticamente significativa en la firmeza de las cerezas cv. Sweet Heart® entre los tratamientos. Después de 20 días de almacenamiento no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los frutos con los tres tratamientos. Sin embargo, la medición en el día 35 la fruta del tratamiento T<sub>2</sub> mostró una presión ligeramente más alta, seguida por el tratamiento T<sub>0</sub>, mientras que la fruta con menos presión fue de T<sub>1</sub>. A los 50 días de almacenamiento, aunque no se observaron cambios estadísticamente significativos, la mejor respuesta a cambios de presión fue con las frutas bajo tratamientos T<sub>0</sub> y T<sub>2</sub>, luego seguidos por T<sub>1</sub>. Sin embargo, la disminución de la firmeza en comparación con la medición a los 20 días fue del 6,8%, 9,1% y 6,9% para T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>,

respectivamente. Esto es, una disminución de (0.20), (0.26) y (0.20) unidades Durofel por día, para T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> (Figura 2). Debido a que la cereza es un fruto no climatérico (Gil, 2001) no hay pérdida abrupta de firmeza. Además, se observó que después de 50 días de almacenamiento, la presión se mantuvo todavía por encima del valor mínimo para la cosecha, es decir, 75 unidades Durofel (Figura 2). Los estudios realizados por Meheriuk *et al.*, (1995) en las cerezas cv. "Lapins" empaquetadas en polietileno de baja densidad (LDPE) no mostraron cambios en la firmeza durante 8 semanas de almacenamiento refrigerado. Por otra parte, en condiciones similares de conservación hubo un incremento en la firmeza de las cerezas Sweet Heart® (Horvitz *et al.*, 2004).

**Gases (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>).** Según Zoffoli y Contreras (1997), la AM generada pasivamente por la respiración de la fruta alcanza el equilibrio 5 a 10% de O<sub>2</sub> y 5 a 15% de CO<sub>2</sub> en 3 días. El porcentaje de O<sub>2</sub> en el interior del paquete 'View Fresh' para el tratamiento T<sub>1</sub>, disminuyó a medida que los días en el almacenamiento progresaban, pero la concentración de O<sub>2</sub> se mantuvo por encima de la de T<sub>0</sub> y T<sub>2</sub> a 35 días de conservación. Sin embargo, a los 50 días disminuyó la concentración bajo el tratamiento T<sub>1</sub> en comparación con otros

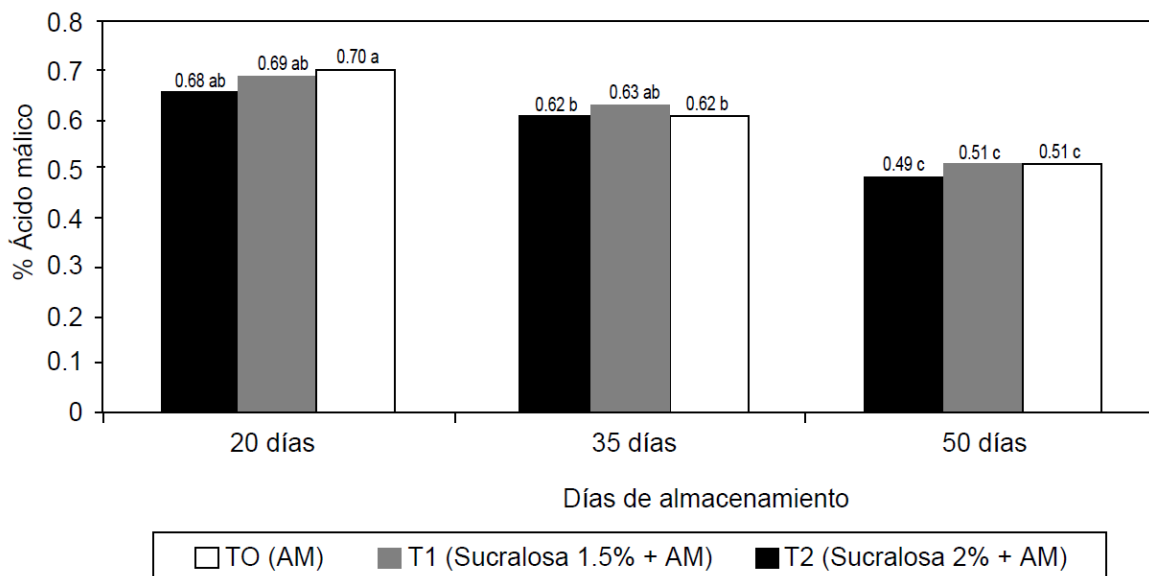


**Figura 3.** Evolución del pH en cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® almacenadas bajo atmósfera modificada por un periodo de 50 días a  $0 \pm 0.5$  °C

tratamientos, aunque el porcentaje de  $O_2$  en  $T_0$  y  $T_2$  mostró una tendencia similar de aumento. Similar a Crisosto *et al.* (1993) en esta investigación la temperatura de almacenamiento y también la humedad relativa fueron constantes, por lo que la variación en el nivel de oxígeno y  $CO_2$  estaba relacionado con los fenómenos naturales maduración solamente

controlados por el paquete 'View Fresh' y también por la sucralosa representada por los tratamientos.

Por otra parte, las concentraciones de  $CO_2$  en el interior de los paquetes 'View Fresh', mostraron un incremento en  $T_1$  durante los días de almacenamiento, mientras que en el tratamiento  $T_0$  disminuyó ligeramente. La fruta sometida al



**Figura 4.** Evolución del contenido de ácido málico en cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® almacenadas bajo atmósfera modificada por un periodo de 50 días a  $0 \pm 0.5$  °C



tratamiento T<sub>2</sub> estuvo estable entre 7.0 y 7.5% a medida que avanzaba días de almacenamiento. En general, los niveles de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en todos los tratamientos se encontraban dentro de las concentraciones recomendadas por Zoffoli y Contreras (1997) que sugieren una AM generada pasivamente por la respiración de la fruta del 5 al 10% de O<sub>2</sub> y 5 a 15% de CO<sub>2</sub>. Similar es el caso presentado por Meheriuk *et al.* (1997), que mantiene en buen estado las cerezas cv. Sweet Heart® por 4 a 6 semanas en atmósferas de 4.6% de O<sub>2</sub> y 10% de CO<sub>2</sub>.

Horvitz *et al.* (2004) sugieren que AM con niveles de CO<sub>2</sub> mayores a 10% y 3 a 10% de O<sub>2</sub>, permite extender el período de almacenamiento de cerezas cv. Sweet Heart® por 42 días al retardar el deterioro de la fruta.

## Análisis químico

**Sólidos solubles.** En este ensayo, la evolución del contenido de sólidos solubles durante el almacenamiento prolongado mostró un comportamiento constante. Es decir, independientemente del tratamiento, en todas las frutas disminuyó el contenido de sólidos solubles y fue corroborado por los panelistas sensoriales en relación con el atributo de sabor medido. Durante las evaluaciones, cerezas sometidas a tratamiento T<sub>0</sub> siempre tuvieron mayor contenido de sólidos solubles en comparación con los tratamientos con adición de sucralosa, produciendo continuamente una diferencia estadísticamente significativa en comparación con T<sub>2</sub>. Tratamiento T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, usando la sucralosa, no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de sólidos solubles durante el almacenamiento prolongado, aunque el

**Tabla 1.** Promedio del atributo sabor evaluado usando una guía no estructurada en cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® almacenadas bajo atmósfera modificada por un período de 50 días a 0 ± 0.5 °C

Tratamiento	Período de almacenamiento (días)		
	20	35	50
T <sub>0</sub> (AM)	10.26	7.79 b*	8.70
T <sub>1</sub> (Sucralosa 1.5 % + AM)	8.92	10.82 a	9.40
T <sub>2</sub> (Sucralosa 2.0 % + AM)	8.84	8.86 ab	9.62

\*Promedios en las columnas con letras en común son significativamente diferentes usando la prueba Tukey a un nivel de significancia de 0.05

**Tabla 2.** Promedio del atributo color evaluado usando una guía no estructurada en cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® almacenadas bajo atmósfera modificada por un período de 50 días a 0 ± 0.5 °C

Tratamiento	Período de almacenamiento (días)		
	20	35	50
T <sub>0</sub> (AM)	6.38 ab*	4.77 b	5.13 b
T <sub>1</sub> (Sucralosa 1.5 % + AM)	5.14 b	8.33 a	6.69 ab
T <sub>2</sub> (Sucralosa 2.0 % + AM)	6.12 ab	5.37 ab	5.80 ab

\*Promedios en las columnas con letras en común son significativamente diferentes usando la prueba Tukey a un nivel de significancia de 0.05



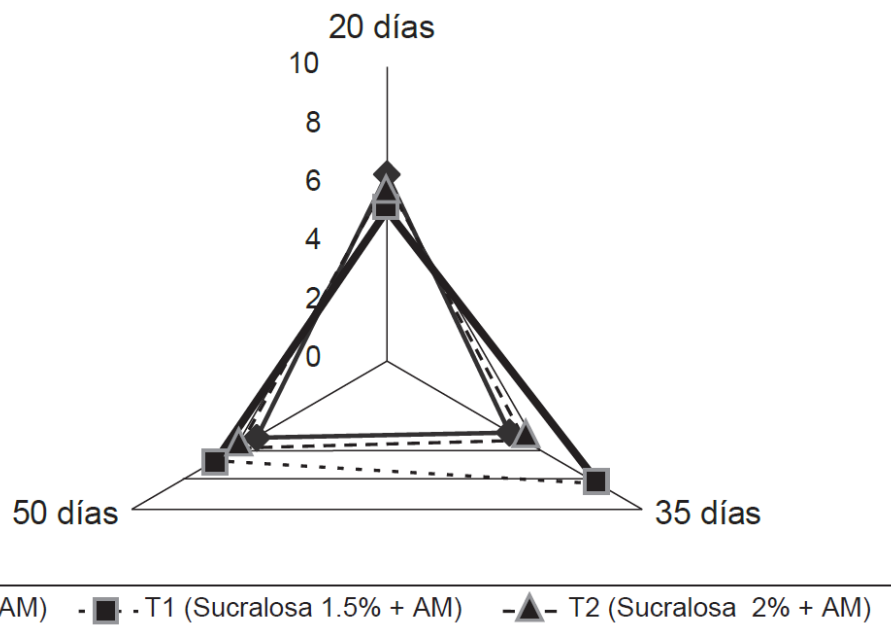
tratamiento T<sub>2</sub> fueron las frutas que exhibieron la mayor disminución de este parámetro.

Esta evolución de los sólidos solubles en esta investigación, coincide con las evaluaciones hechas por Chen *et al.* (1981), quien en cerezas cv. Bing, preservadas durante 35 días a 1,1 °C, mostraron pérdidas de 1 a 2% de sólidos solubles. Sin embargo, en otros casos ha habido aumentos (Sangiaco *et al.*, 1994).

**pH.** Durante el almacenamiento refrigerado de cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® no hubo cambios estadísticamente significativos en los valores de pH entre los tres tratamientos. Sin embargo, cada uno mostró un incremento en pH durante el almacenamiento de la fruta (Figura 3). El valor de pH de 3.72 para las cerezas en el tratamiento T<sub>0</sub> a los 20 días, aumentó en 0.07 a los 35 días, y luego aumentó significativamente a un pH de 3.88 a 50 días de conservación, es decir, un aumento del 4,1% en comparación con la primera medición. A su vez, cerezas del tratamiento T<sub>1</sub> mostraron un valor de pH de 3.69 a los 20 días de almacenamiento, mostrando un

aumento significativo de 3.2% a los 35 días, a continuación, a los 50 días aumentó ligeramente su valor de pH a 3.87. Frutas en el tratamiento T<sub>2</sub> generaron un valor de pH de 3.74 en la primera medición con sólo un ligero aumento en el pH a los 35 días, pero después de 50 días de almacenamiento el pH observado 3.86 fue significativamente más alto (Figura 3). Para Fourie (1997) el pH de los tejidos de la fruta es controlado por el equilibrio entre el potasio y ácidos orgánicos.

**Acidez.** En fruta de la cereza, el contenido de ácido málico disminuye durante la maduración (Gil, 2001). En este sentido, después de la cosecha, la cereza pierde acidez más rápido que su azúcar (Drake y Fellman, 1987), que puede mejorar su palatabilidad (Gil, 2001). Cerezas en los tratamientos T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub> a 35 días de almacenamiento disminuyeron el ácido málico en 0.06% con respecto a la medición a los 20 días. Esta tendencia se mantuvo a 50 días de almacenamiento en comparación con la primera medición, mostrando una disminución significativa de 0.19 y 0.18% para las frutas en T<sub>0</sub> y T<sub>1</sub>, respectivamente.



**Figura 5.** Evolución del color en cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® almacenadas bajo atmósfera modificada por un periodo de 50 días a 0 ± 0.5 °C

El contenido de ácido málico en el tratamiento T<sub>2</sub> disminuyó significativamente en 0.08 y 0.19% a los 35 y 50 días de almacenamiento, respectivamente (Figura 4). En este aspecto más adelante los panelistas deberían demostrar una mayor aceptación a las cerezas hasta 35 días de almacenamiento probablemente debido a la reducción de la acidez.

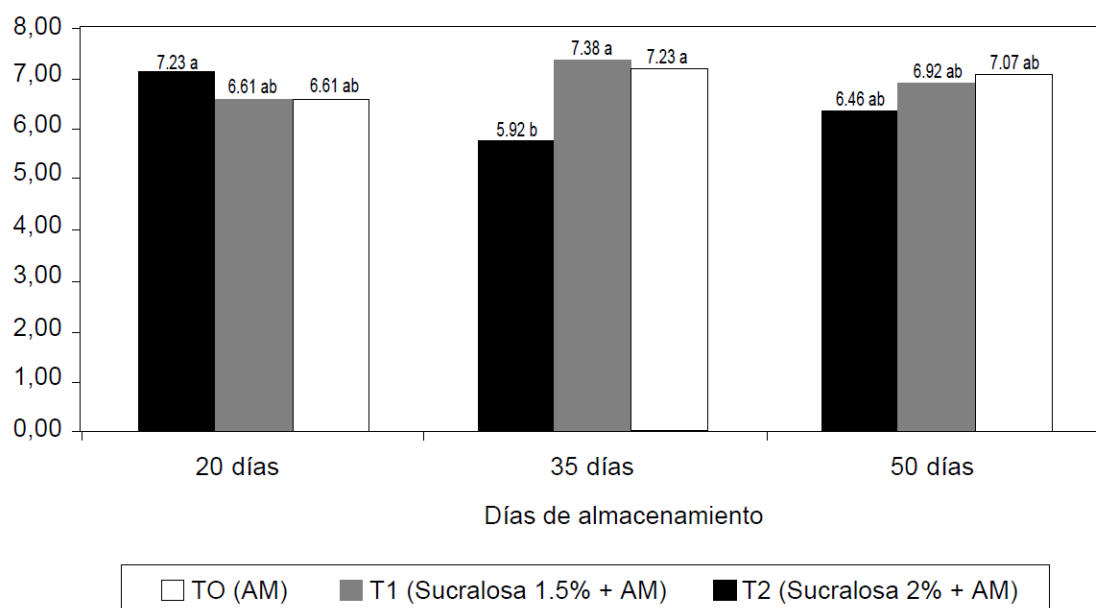
Estos resultados coinciden con los propuestos por Gil (2001), quien da a conocer que la concentración de ácido orgánicos disminuye durante la maduración, como consecuencia de su uso como sustrato para la respiración o estructura de otras sustancias sintetizadas, esta disminución siendo menor en cereza ácida (*Prunus cerasus* L.) cv. Morello. Gil (2001) sugiere que la pérdida de acidez del ácido málico en las cerezas disminuye en atmósferas con bajo contenido de oxígeno y dióxido de carbono moderado. Además, el aumento del valor pH a lo largo de la conservación de las cerezas puede ser debido a la tendencia a la baja de contenido de ácido málico de este estudio.

**Análisis sensorial.** Las características nutricionales y

organolépticas de las frutas y verduras son responsables de la preferencia por el consumo en fresco (Mondino y Ferratto, 2006).

**Sabor.** El contenido de azúcar como glucosa y fructosa estarían estrechamente relacionadas con la firmeza y sabor, lo que indica que las cerezas con un menor nivel de sólidos solubles son más firmes, pero tienen menos sabor (Drake y Fellman, 1987). El sabor de los frutos de todos los tratamientos, de acuerdo con los panelistas, se mantuvo sin variaciones grandes después de 20 días de almacenamiento, oscilando entre 8.84 y 10.26. Estos valores corresponden a un sabor más dulce. A los 35 días, las cerezas del tratamiento T<sub>0</sub> tuvieron un valor inferior 7.79, difiriendo significativamente de T<sub>1</sub>, cuyos valores se mantuvieron prácticamente sin cambios hasta el final de la prueba. Después de los 50 días de almacenamiento, el atributo sabor de la cereza no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con valores entre 8.70 y 9.72 (Tabla 1).

En este ensayo, el contenido de sólidos solubles disminuyó durante el



**Figura 6.** Evolución de la aceptabilidad en cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® almacenadas bajo atmósfera modificada por un periodo de 50 días a 0 ± 0.5 °C

almacenamiento, lo que resultó en una disminución de sabor durante este período de tiempo. La acidez de las cerezas también disminuyó, pero este atributo, que fue evaluado por los panelistas, no mostró cambios importantes durante los días de almacenamiento.

**Color.** Tras el almacenamiento de los primeros 20 días, no se encontraron cambios estadísticamente significativos para la evolución del color, ya que mostró valores, de acuerdo con los panelistas entre 5.14 y 6.38, los menores en las cerezas del tratamiento T<sub>1</sub>. En general, todos los evaluadores notaron un rojo claro en esta medición. En cuanto a la evaluación de los 35 días de almacenamiento, la fruta sometida al tratamiento T<sub>1</sub> tenía el valor más alto con 8.33, percibiendo un color más cercano a rojo. A su vez, generó una diferencia estadísticamente significativa en comparación con el tratamiento T<sub>0</sub>, que arrojó un valor de 4.77, lo que resultó ser el valor más bajo entre los tratamientos y percibido como un color rojo claro. A los 50 días de almacenamiento, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Los panelistas dieron a las cerezas puntuaciones entre 5.13 y 6.69 (Tabla 2).

El color de la superficie de los frutos en cada tratamiento mostró una tendencia a la estabilidad durante el almacenamiento, excepto para el tratamiento T<sub>2</sub> en la segunda medición, que mostró un aumento considerable de la primera medición (Figura 5). En general, las cerezas de todos los tratamientos mantuvieron un rojo claro caoba y/o se oscurecieron un poco. Esto coincide con la disminución de la luminancia o el brillo de las cerezas para todos los tratamientos durante el almacenamiento en este estudio, es decir, las cerezas cada vez eran más oscuras. La pérdida de brillo y oscurecimiento de la piel también fueron reconocidos por (Horvitz *et al.*, 2004).

**Aroma.** No hubo cambios estadísticamente significativos en el aroma de las cerezas cv. Sweet Heart®, durante el almacenamiento refrigerado, entre los

tratamientos. Los valores medios oscilaron entre 3,37 y 5,53. Sin embargo, las cerezas del tratamiento, T<sub>0</sub> durante las pruebas, fueron los de menor sabor según los panelistas, quienes a su vez, percibieron un mayor aroma de cerezas pertenecientes a T<sub>2</sub>. Las cerezas cv. Sweet Heart® almacenadas a los 50 días no mostraron un fuerte aroma. Los panelistas las percibieron como pobres. Ningún panelista durante las tres mediciones percibió un aroma desagradable.

**Textura.** La textura de las cerezas cv. Sweet Heart® durante el almacenamiento refrigerado no mostraron cambios estadísticamente significativos entre los tratamientos. Los valores promedio fluctuaron con las puntuaciones dadas por los panelistas entre 7.62 y 9.15. La apreciación de la textura por la gente en su boca contiene muchas variables que no se detectan con facilidad, y esto afecta la evaluación (Szczeniak, 1990). Sin embargo, la evaluación de la textura de las cerezas en este ensayo, mostraron datos con una tendencia más bien equilibrada y crujiente. Estos resultados están relacionados con la presión medida y se mostró previamente que permanece casi constante sin variación significativa.

**Apariencia.** El aspecto de las cerezas cv. Sweet Heart® durante el almacenamiento refrigerado durante 20 días no mostró cambios estadísticamente significativos entre los tratamientos, sin embargo, los panelistas evaluaron la fruta ligeramente mejor con el tratamiento T<sub>0</sub> con una puntuación de 7.15 dándole el grado de "me gusta moderadamente". A su vez, tanto el fruto del tratamiento T<sub>1</sub> como del T<sub>2</sub>, mostró un nivel de satisfacción de 6,0. Esto es equivalente a "me gusta en algún grado."

A los 35 días de almacenamiento, las cerezas cv. Sweet Heart® pertenecientes a los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> mostraron diferencias estadísticamente significativas con respecto al tratamiento T<sub>0</sub>. Este último mostró gusto por los panelistas que lo catalogaron como "No tiene efecto en mí", mientras que las cerezas de T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> fueron clasificadas como "me gusta

moderadamente". Después de los 50 días de almacenamiento, no hubo cambios estadísticamente significativos entre los tratamientos, a pesar de que las cerezas de  $T_1$  mantuvieron una calificación de "me gusta moderadamente". Por otro lado, las cerezas de  $T_0$  y  $T_2$ , provocaron una sensación de "me gusta en algún grado". Es de destacar que desde al día 50 de almacenamiento, fue señalado por algunos panelistas la presencia de frutas ligeramente rugosas del tratamiento  $T_0$ . Zoffoli (1995) lo asocia con fruta de piel de lagarto, característica de esta cepa durante largos períodos de almacenamiento y se relaciona a la senescencia. En paralelo, varios panelistas después de 35 días de almacenamiento, observaron en las cerezas pertenecientes a  $T_1$  y  $T_2$ , un mayor brillo en la superficie, una condición que probablemente se originó por la presencia de la sucralosa como cubierta.

**Aceptación.** La aceptabilidad de las cerezas durante el almacenamiento por 20 días no mostró cambios estadísticamente significativas entre los tratamientos; sin embargo, y similar al atributo de apariencia, los panelistas evaluaron la fruta ligeramente mejor del tratamiento  $T_0$  con una puntuación de 7.23, que estaba incluido en el grado de "me gusta moderadamente". Tanto el fruto de  $T_1$  y  $T_2$ , mostró un nivel de placer 6.61 que es equivalente a "me gusta en algún grado."

A los 35 días de almacenamiento, las cerezas de los tratamientos  $T_1$  y  $T_2$  mostraron diferencias significativas respecto a las del tratamiento  $T_0$ , que mostraron un gusto catalogado como "No tiene efecto en mí". Mientras cerezas de  $T_1$  y  $T_2$  fueron clasificados como "me gusta moderadamente". A los 50 días de almacenamiento, no hubo cambios estadísticamente significativos entre los tratamientos, aunque las cerezas sometidas al tratamiento  $T_2$  mantuvieron una calificación de "me gusta moderadamente". La fruta de  $T_0$  y  $T_1$ , presentó, según los panelistas, una percepción de "me gusta en algún grado" (Figura 6). La aceptabilidad de cerezas cv. Sweet Heart® a los 50 días de

almacenamiento mostró una estrecha relación con la apariencia, es decir, se encontró, en este estudio, una tendencia similar a la apariencia. Por lo tanto, podemos sugerir que la aceptabilidad podría ser resultado de un estímulo visual en su lugar.

## Conclusiones

- La aplicación de sucralosa en cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® y almacenadas bajo Atmósfera tipo Pasivo Modificada (A.P.M) no disminuyó la pérdida de evaluaciones, ya fueran sensoriales, químicas o físicas durante la poscosecha.
- El uso de sucralosa en cerezas orgánicas cv. Sweet Heart® y almacenadas bajo Atmósfera tipo Pasivo Modificada no mostró un efecto significativo en parámetros químicos como sólidos solubles, pH y acidez. El uso de sucralosa al 1.5% ( $T_1$ ) tuvo un efecto positivo en los parámetros físicos como firmeza y color sólo después de 20 días de almacenamiento.

## Agradecimientos

Esta investigación fue parte del Proyecto Programa Territorial de Innovación (PTI), fundado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), titulada: Alternativas de Manejo para Mejorar la Vida Post-cosecha de Frutas y Hortalizas Orgánicas Para El Mercado Fresco de la VII Región del Maule. Código PYT-2007-168.

## Referencias

- Andris, H.; Crisosto, C.; y Garner, D. 1994. Evaluation of skin color as a maturity index for new cherry cultivars growing in the San Joaquín Valley. Central Valley Postharvest Newsl. 3(1):3 - 6.
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists. 1990. Food composition, additives, natural contaminants. Official Methods of Analysis of the (A.O.A.C.) 15th Edit. Volume II.

- Bargioni, G. 1996. Sweet cherry sections: Characteristics of the principal commercial cultivars, breeding objectives and methods. In: Webster, A. and Looney N. (Eds.). *Cherries: Crop physiology, production and uses*. Wallingford, England. p. 73 - 112.
- Brown, S. y Bourne, M. 1988. Assessment of components of fruit firmness in selected sweet cherry genotypes. *HortScience* 23:902 - 904.
- CIREN (Centro de Investigación de Recursos Naturales). 1999. Descripciónes de suelos, materiales y símbolos. Estudio agrológico VIII Región, Santiago, Chile. *Rev. Ciren* 1:121- 288.
- Chen, P.; Mellenthin, W.; Kelly, S.; y Facticeau, T. 1981. Effects of low oxygen and temperature on quality retention of Bing cherries during prolonged storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:533 - 535.
- Crisosto, C., Garner, D., Doyle, J.; y Day, K. 1993. Relationship between respiration, bruising susceptibility and temperature in sweet cherries. *HortScience* 28:132 - 135.
- Day, B. 1995. Frutas y Hortalizas. In: Parry R. (ed.). *Envasado de los alimentos en atmósfera modificada*. Madrid, España. p. 133 - 154.
- Drake, S. y Fellman, J. 1987. Indicators of maturity and storage quality of 'Rainier' sweet cherry. *HortScience* 22:283 - 285.
- Ellena, M. 2002. Todo lo que usted desea saber sobre el cultivo del cerezo bajo producción orgánica. *Chile Agrícola* 27(225):68 - 78.
- Ferrer, A.; Oriá, R.; y Remon, S. 2000. Calidad de la cereza: Aplicación de tecnologías postcosecha. *Rev. Frutic. Prof.* 114:24 - 28.
- Fourie, P. 1997. Las frutas y la nutrición humana. In: Arthey, D. y Ashurst, P. (eds). *Procesado de frutas*. Zaragoza, España. p. 21 - 41.
- FIA (Fundación para la Innovación Agraria). 2008. Resultados y lecciones en cultivo de cerezos en Malleco: Proyectos de Innovación en Secano Interior de Malleco, IX región de la Araucanía. 32 p.
- Gatti, R.; Alvear, G.; y Reyes, M. 1984. Manejo de poscosecha de cerezas. *Rev. Frutícola* 5(3):91 - 93.
- Gil, G. 2001. Fruticultura: Madurez de la fruta y manejo postcosecha. Fruta de climas templado y subtropical y uva de vino. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, 583 p.
- Horvitz, S.; López, A.; Yommi, A.; y Godoy, C. 2004. Efecto del estado de madurez y atmósferas modificadas sobre la calidad de Cerezas cv. Sweetheart. *Rev. FCA UNCuyo* 36 (2):39 - 48.
- Hunter Lab. e Izaza. 2001. Principios básicos de medidas y percepción de color, [En Línea]. Hunter lab e Izaza. Dirección URL: <<http://www.hunterlab.com/pdf/color-s.pdf>> [Consulta: 14 de Junio de 2010].
- Joublan, J. P. y Claverie, J. 2004. El Cerezo, Guía Técnica. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Fundación para Innovación Agraria (FIA). Chillan, Chile. 336 p.
- Lewallen, K. y Marini, R. P. 2003. Relationship between flesh firmness and ground color in peach as influenced by light and canopy position. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128(2):163 - 170.
- Meheriuk, M.; Girard, B.; Moys, A.; Beveridge, H.; McKenzie, D.; Harrison, J.; Weintraub, S.; y Hocking, R. 1995. Modified atmosphere packaging of Lapins sweet cherry. *Food Res. Intern.* 28:239 - 244.
- Mondino, M. y Ferratto, J. 2006. El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. *Rev. Agromensajes de la Facultad* 18:16 - 24.
- ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). 2007. Agricultura Orgánica: Estudio de mercado nacional de agricultura orgánica. [Online]. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. En internet. Mayo, 2007. Dirección URL: [http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/Estudio\\_Agricultura\\_Organica\\_Chile.pdf](http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/Estudio_Agricultura_Organica_Chile.pdf) [consultado mayo 17, 2010].
- ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). 2008. Agricultura Orgánica: Temporada de frutas 2007/08. Frutales y viñas, [On line]. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. En internet. Address URL: <<http://www.odepa.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2140.pdf>> [17-05- 2010].
- Rodero, A.; Rodero, L.; y Azoubel, R., 2009. Toxicity of Sucralose in Humans: A Review, [Online]. *International Journal Morphology* 27 (1): 239-244. En Internet URL: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022009000100040&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022009000100040&script=sci_arttext)> [01-06-2010].
- Sangiacomo, M.; Calvo, G.; Veronesi, A.; e Insúa, E. 1994. Conservación de cerezas bajo diferentes condiciones de almacenamiento. Resúmenes del XVII Congreso Argentino y VI Congreso Latinoamericano de Horticultura, Huerta Grande, Cordoba, Argentina.
- Santibáñez, F. y Uribe, J. 1993. Atlas Agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX. Santiago de Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias agrarias y Forestales. Blanco y Negro. 99 p.
- Szczesniak, A. 1990. Psychorheology and texture as factors controlling the consumer acceptance of food. *Cer. Food World* 351:1201 - 1205.
- Witting, E. 2001. Metodología de evaluación sensorial. Facultad de Ciencias Químicas y farmacéuticas. Universidad de Chile. 300 p.

Zoffoli, J. 1995. Manejo de post-cosecha de cerezas. En: El cultivo del cerezo, nuevas variedades, portainjertos y sistemas de conducción. Seminario. Universidad de Talca. Escuela de Agronomía. Talca. p. 1 - 11.

Zoffoli, J. y Contreras, L. 1997. Antecedentes para la optimización del sistema atmósfera modificada en cerezas. Aconex 56:5 - 12.