

## INFLUENCIA DE MÉTODOS DE COSECHA Y TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO EN LA CALIDAD DEL ARÁNDANO (*Vaccinium ashei* R.)

## EFFECT OF HARVEST METHODS AND STORAGE TEMPERATURES ON THE QUALITY OF BLUEBERRY (*Vaccinium ashei* R.)

Abelardo Núñez-Barrios<sup>1</sup>\*, Scott NeSmith<sup>2</sup>,  
Esteban Sánchez<sup>1</sup>, Stanley Prussia<sup>2</sup>  
y Juan Soto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Chihuahua. Ciudad Universitaria s/n (Campus 1). C.P. 31310 Chihuahua, Chih. Tel: 01 (614) 439-1844 Fax: 01 (614) 413-4888. Correo electrónico: nuneza10@hotmail.com <sup>2</sup> Department of Horticulture, University of Georgia. 1109 Experiment Street, Griffin, Georgia, USA.

\* Autor para correspondencia

### RESUMEN

Los métodos de cosecha y temperaturas de almacenamiento pueden influir en la calidad de frutos pequeños como los arándanos (*Vaccinium ashei* R.). En esta investigación se evaluó el efecto de la cosecha manual y mecánica en la firmeza, perdida de peso y respiración de frutos de arándano almacenados a temperatura ambiente (22 °C) y refrigeración (1 °C). La interacción métodos de cosecha y temperatura fue significativa para las características en estudio. La cosecha mecánica provocó una reducción de firmeza de 30.2 % respecto a los frutos cosechados en forma manual. Las pérdidas de peso en los frutos cosechados mecánicamente y expuestos a 22 °C alcanzaron un valor de 2.3 % d<sup>-1</sup>, el triple que en los cosechados manualmente (0.8 % d<sup>-1</sup>) y almacenados a la misma temperatura. La refrigeración redujo la velocidad de respiración de los frutos en 73.8 %, en comparación con los frutos almacenados a 22 °C. La cosecha mecánica elevó la velocidad de respiración tanto en frutos refrigerados como en los almacenados a temperatura ambiente, sobre todo durante los primeros días después de cosecha. Los frutos cosechados a mano mantuvieron mejor calidad bajo las condiciones de este estudio.

**Palabras clave:** *Vaccinium ashei*, métodos de cosecha, refrigeración, firmeza, pérdida de peso.

### SUMMARY

Harvesting methods and storage temperatures may influence fruit quality of blueberries (*Vaccinium ashei* R.). In this research we evaluated the effect of hand (C-MA) and mechanical (C-ME)

harvesting methods, for blueberry, and post-harvest storage temperatures (1 °C and 22 °C) on fruit weight loss, firmness and fruit respiration. There was a significant interaction between harvesting methods and temperatures for the studies traits. Firmness of C-ME blueberries was diminished by 30.2 % as compared to C-MA berries. At the beginning of the study the fruit weight loss was greater in the mechanical harvesting-ambient storage temperature treatment. C-ME berries stored at 22°C had a weight loss rate of 2.3 % d<sup>-1</sup>, which triplicated the rate loss of 0.8 % d<sup>-1</sup> observed on the C-MA at the same temperature. The refrigeration treatment diminished fruit respiration by 73.8 % compared to ambient temperature. Mechanical harvesting increased fruit respiration, both under refrigerated and ambient storage temperatures. Hand harvested fruits, had better quality under the conditions of this study.

**Index words:** *Vaccinium ashei*, harvest methods, refrigeration, firmness, fruit weight loss.

### INTRODUCCIÓN

La producción de arándano (*Vaccinium ashei* R.) está creciendo en países como Estados Unidos, Chile y Japón, debido principalmente a una mayor demanda a nivel mundial, entre otras razones por los antioxidantes que contienen (Krewer *et al.*, 1989). Al igual que otros frutales, la calidad del arándano puede ser afectada por el método de recolección y las condiciones de manejo en poscosecha (Brown *et al.*, 1996; NeSmith *et al.*, 2002). Según Sanford *et al.* (1991), el daño mecánico al momento de cosecha disminuye la firmeza del fruto hasta en 32 % en comparación con los cosechados manualmente. En cultivares comerciales de arándano del tipo "Climax", Miller y Smittle (1987) encontraron que las pérdidas de peso de frutos cosechados a mano fue de 0.2 % por semana en tanto que los cosechados mecánicamente alcanzaron 0.5 %.

Los daños mecánicos ocurridos después, de cosechar, limpiar y clasificar los frutos, no sólo incrementan las pérdidas de calidad de dichos frutos sino también disminuyen su vida de anaquel (NeSmith *et al.*, 2002). Tales daños mecánicos en frutos pequeños influyen en el debilitamiento de la pared celular, la pérdida de firmeza y el incremento en la actividad enzimática, lo cual conduce a una mayor velocidad de respiración y deterioro del fruto (Trinchero *et al.*, 1999; Patten *et al.*, 1988). Sin embargo, el efecto en la calidad del fruto en relación a métodos de cosecha y temperaturas de almacenamiento no está bien entendida, por lo que en esta investigación se estudió cómo la cosecha manual y mecánica influyen en la pérdida de peso y firmeza, así como la velocidad de respiración de frutos de arándano, en almacenamiento con refrigeración y a temperatura ambiente.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo durante el verano del 2002 en la Estación Experimental y el Laboratorio

Poscosecha del Campus Griffin, pertenecientes a la Universidad de Georgia, EE.UU. Se usó el cultivar Brightwell, del tipo "Rabbiteye", por ser un cultivar comercial ampliamente utilizado en el que se hace tanto cosecha mecánica como manual. El huerto fue establecido en 1995 bajo condiciones uniformes de suelo y manejo, y se considera un huerto joven, homogéneo y en plena producción. No se utilizó sistema de irrigación y las plantas crecieron en condiciones de temporal o secano, como la mayoría de las huertas comerciales establecidas en el centro y sur de Georgia. La precipitación acumulada durante el 2002 fue de 751 mm, ligeramente por arriba de la precipitación media anual que es de 720 mm. Las prácticas culturales que se aplicaron fueron las recomendadas para este cultivar en el Estado de Georgia (Krewer *et al.*, 1989).

Para la cosecha tanto mecánica como manual se seleccionaron al azar, dentro de la huerta, franjas de 3 m de ancho por 50 m de largo. En la cosecha mecánica se utilizó una cosechadora B. E. I modelo LBT (Blueberry Harvester, Inc. Southhaven, Michigan) guiada por un tractor. Despues de cosechada, la fruta se colocó en una banda limpiadora con abanico integrado donde se limpió y se depositó en cajas comerciales de plástico, las cuales fueron enviadas inmediatamente al Laboratorio de Poscosecha. Para la cosecha manual los frutos fueron colocados en contenedores de plástico de 5 L como se hace a nivel comercial, para posteriormente ser llevados a la banda limpiadora donde siguieron el mismo proceso de limpieza y almacenamiento que los frutos cosechados con maquinaria.

En el laboratorio, los frutos fueron colocados en cajas de plástico con capacidad para 24 frutos cada una, para posteriormente ser expuestos a dos tratamientos de temperatura: refrigeración en una cámara fría a  $1 \pm 0.3$  °C y temperatura ambiental de  $22 \pm 0.9$  °C, en una cámara de acrílico con temperatura controlada. La humedad relativa promedio fue de 94 y 82 % en refrigeración y condiciones ambientales, respectivamente. Al combinar los métodos de cosecha y las temperaturas de almacenamiento resultaron los siguientes tratamientos: 1) Cosecha mecánica y refrigeración (C-ME 1 °C); 2) Cosecha mecánica y temperatura ambiente (C-ME 22 °C); 3) Cosecha manual y refrigeración (C-MA 1 °C); y 4) Cosecha manual y temperatura ambiente (C-MA 22 °C). Cada tratamiento fue repetido cinco veces.

La primera lectura de firmeza de los frutos se llevó a cabo inmediatamente después de ser cosechados y corresponde a la firmeza de cero días. Posteriormente, tanto la firmeza como las medidas de respiración y las pérdidas de peso se hicieron cada 2 d hasta completar un periodo de 10 d (del 19 al 28 de junio). La firmeza del fruto se midió con un instrumento Bioworks Firmtech II, previamente cali-

brado mediante el uso de pequeñas pelotas de plástico que vienen junto con el instrumento cuyos diámetros son semejantes a los de los frutos de arándano, de 1 a 3 cm. Para esta calibración se aplicó una fuerza de compresión con un mínimo de 50 g y un máximo de 150 g para posteriormente cargar el plato de rotación con 24 frutos (un tratamiento a la vez) y girarlo a una velocidad de 7 mm s<sup>-1</sup> para pasar cada fruto a través del compresor y la celda electrónica, y así obtener la lectura promedio de firmeza por tratamiento, como se describe en Timm *et al.* (1996). La pérdida de peso de los frutos se determinó con una balanza Mettler Toledo PR 403 con precisión de 0.001 g; los datos se expresaron como % del peso perdido respecto al valor inicial.

Las mediciones de respiración del fruto se hicieron con un sistema de 20 contenedores o frascos de vidrio de 946 mL cada uno. Para cada tratamiento se utilizaron cinco frascos (repeticiones) y en cada uno de los frascos se colocó una muestra de 750 g de fruta. Estos contenedores de vidrio fueron sellados y cada tratamiento fue conectado en serie a un sistema de ventilación a través de tubos de plástico para permitir una aireación normal de los frutos (Trinchero *et al.*, 1999). El sistema de ventilación contaba con una válvula de paso la cual era cerrada 4 h antes de tomar las muestras de CO<sub>2</sub> en los tratamientos de temperatura ambiental, y 12 h antes de tomar las muestras en los tratamientos en condiciones de refrigeración. Este tiempo fue estimado mediante ensayos previos con frutos de arándano, y permite que el CO<sub>2</sub> se acumule en cantidades suficientes para ser medido en el cromatógrafo de gases. Una muestra de CO<sub>2</sub> de cada botella, cinco por tratamiento, fue extraída con una jeringa cada 2 d para ser inyectada y analizada en un cromatógrafo (Varian Saturn 3, Sugarland Texas) previsto con columnas de 15 cm de longitud (Alltech CTR I, Deerfield, II); se usó helio como gas conductor (23 mL/min<sup>-1</sup>). Las temperaturas de la estufa, detector e inyector utilizados fueron 40, 120 y 250 °C, respectivamente. El instrumento fue calibrado inicialmente con una mezcla estándar de gas (Matheson Gas Co. Jonesboro, GA) y posteriormente, en forma rutinaria, se ajustaba con estándares de oxígeno (10 %) y nitrógeno (100 %).

Todos los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente con el paquete SAS (Versión 6, 1989) en un diseño factorial 2<sup>2</sup> con cinco repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el día cero, inmediatamente después de cosechar, la firmeza del fruto en los tratamientos de cosecha manual (C-MA) y cosecha mecánica (C-ME) fue de 202 g mm<sup>-1</sup> y

de 141 g mm<sup>-1</sup>, respectivamente (Cuadro 1), lo cual indica que hubo una pérdida de firmeza de 30.2 % solamente por efecto del daño mecánico ocurrido al momento de la cosecha. Durante el periodo de almacenamiento, la firmeza de los frutos en el tratamiento de cosecha manual disminuyó en 9.3 y 44.8 % para las temperaturas de 1 y 22 °C, respectivamente. En los frutos cosechados mecánicamente las disminuciones fueron de 15.5 y 27.9 % para refrigeración y temperatura ambiente en el mismo orden. La interacción entre métodos de cosecha y temperaturas fue significativa, pues hasta los 6 ddc la firmeza de los frutos en el tratamiento C-MA 22 °C es mejor que la de los frutos del tratamiento C-ME 1 °C lo que evidencia una mejor condición de los frutos cosechados manualmente aun almacenados a temperatura ambiental, que los cosechados en forma mecánica y puestos en refrigeración. Es decir, las pérdidas de firmeza ocasionadas por la maquinaria de cosecha fueron mayores que las pérdidas registradas durante los 10 d de almacenamiento.

*Cuadro 1. Cambio de firmeza en frutos de arándano cosechados manual (C-MA) y mecánicamente (C-ME), bajo dos temperaturas de almacenamiento.*

Tratamiento	Días después de cosecha						Reducción total (%)
	0	2	4	6	8	10	
C-MA 1 °C	205 a	199 a	195 a	190 a	188 a	186 a	9.3
C-MA 22°C	199 a	179 b	163 b	145 b	126 b	110 b	44.8
C-ME 1°C	142 b	132 c	128 c	125 c	122 b	120 b	15.5
C-ME 22°C	140 b	127 c	121 d	114 d	108 c	101 c	27.9
DMS(0.05)	8.5	7.9	5.3	6.8	7.4	6.1	

En varios estudios se ha mostrado que frutos de arándano cosechados mecánicamente pierden consistencia y son más blandos que los cosechados a mano (Austin y Williamson, 1977; NeSmith *et al.*, 2002; Prange, 1991). Este daño mecánico puede reducir la firmeza de los frutos en un promedio de 35 %, con variación entre cultivares que va de 19 a 43 % (Deepack *et al.*, 2003; Miller y Smittle, 1987; Patten *et al.*, 1988). En la presente investigación el mayor nivel de pérdida de firmeza para frutos cosechados con máquina se dio en los primeros 2 d después de cosecha, con reducciones de 3.5 y 4.6 % d<sup>-1</sup> para condiciones de refrigeración y medio ambiente, respectivamente. En el resto del periodo de estudio, esto es de 2 a 10 d después de cosecha (ddc), las pérdidas de firmeza para este mismo tratamiento de cosecha mecánica fueron en promedio de 1.1 y 2.5 % d<sup>-1</sup>, para las temperaturas de almacenamiento de 1 y 22 °C, respectivamente.

Nótese que a los 8 d después de la cosecha la firmeza de frutos recolectados a mano y almacenados a temperatura ambiente alcanzaron la misma firmeza que los cosechados mecánicamente y puestos bajo refrigeración. NeSmith *et al.* (2002) mostraron que en cultivares de arándano tipo "Rabbiteye" cosechados manualmente, la vida de ana-

quel podía extenderse hasta por una semana más que los cosechados mecánicamente porque éstos últimos sufren un mayor deterioro.

En cuanto a las pérdidas de peso, a los 2 ddc los frutos del tratamiento de cosecha mecánica y almacenamiento de temperatura ambiente registraron una pérdida de 2.3 % d<sup>-1</sup>, mientras que en los frutos cosechados a mano la tasa de pérdida fue de 0.8 % d<sup>-1</sup>. A los 4 ddc las pérdidas de peso fueron de 0.82 y 0.50 % d<sup>-1</sup> para estos mismos tratamientos (Figura 1). La interacción método de cosecha x temperatura fue significativa a los 2 y 4 ddc. Bajo refrigeración las pérdidas de peso a los 2 ddc fueron de 0.55 y 0.23 % d<sup>-1</sup> para frutos cosechados mecánica y manualmente, respectivamente. Sin embargo después de 2 ddc y hasta el final del periodo de estudio, estas diferencias en pérdida de peso entre los dos métodos de cosecha no fueron significativas. Esto implica que el efecto adverso de la cosecha mecánica se manifiesta principalmente durante los primeros 2 d después de cosechar. Jackson *et al.* (1999) encontraron que el refrigerar los frutos de arándano inmediatamente después de la cosecha, es una opción para reducir parcialmente las pérdidas de peso y el deterioro en la calidad.

Durante el periodo de estudio, la velocidad de respiración en los frutos de arándano sometidos a refrigeración fue reducida en 73.8 % en promedio, en comparación con la registrada a temperatura ambiente (Figura 2). Los métodos de cosecha también influyeron en la velocidad de respiración, ya que en los primeros 2 ddc los frutos cosechados mecánicamente, en comparación con la cosecha manual, incrementaron su respiración en 46.4 % y 37.5 % en las temperaturas de almacenamiento de 22 °C y 1 °C, respectivamente, diferencias que fueron significativas. En condiciones ambientales, estas diferencias en velocidad de respiración entre los dos métodos de cosecha, disminuyeron paulatinamente hacia el final del experimento; sin embargo, bajo refrigeración no hubo diferencias significativas en la velocidad de respiración de los frutos a partir de 4 ddc. La interacción método de cosecha x temperatura fue significativa en las primeras dos fechas.

Al igual que en la pérdida de peso, en la velocidad de respiración de los frutos el mayor efecto de la cosecha mecánica ocurrió los primeros días después de cosecha. Boyette *et al.* (1993) encontraron que al dejar los frutos de arándano a temperatura ambiente después de haber sido cosechados, su calidad se redujo considerablemente debido al aumento en la velocidad de respiración. Según Matthooko (1996), el aumento de la respiración de los frutos es resultado de una mayor actividad enzimática estimulada por temperaturas mayores a las utilizadas en refrigeración, o por el estrés sufrido por daños mecánicos. En este

último caso, Trinchero *et al.* (1999) encontraron que los daños mecánicos producidos en frutos pequeños ("goldenberries") debilitan la pared celular al aumentar la actividad enzimática y la velocidad de respiración del fruto.

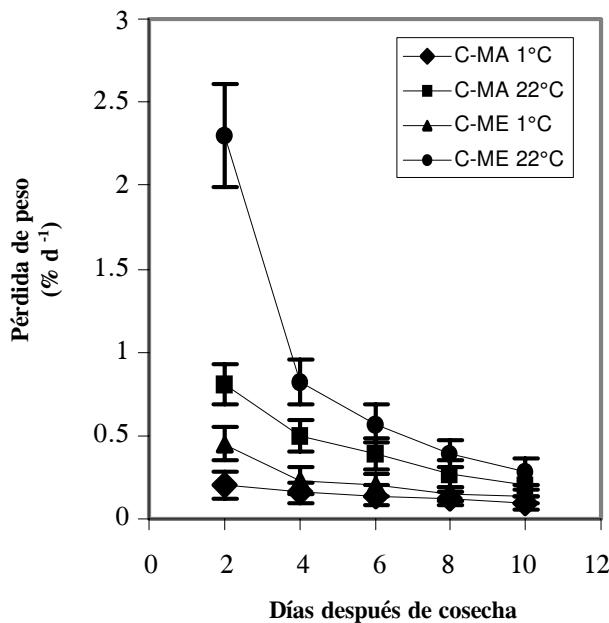


Figura 1. Pérdida de peso de frutos de arándano cosechados manual (C-MA) y mecánicamente (C-ME) y luego almacenados en dos temperaturas (1 °C y 22 °C). Las barras verticales representan el error estándar ( $n=5$ ).

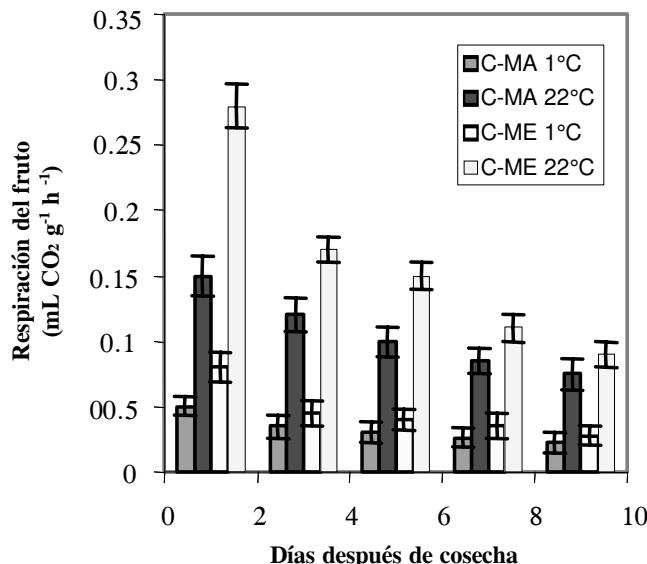


Figura 2. Cambios en la velocidad de respiración de frutos de arándano cosechados manual (C-MA) y mecánicamente (C-ME) y luego almacenados en dos temperaturas (1 °C y 22 °C). Las barras verticales representan el error estándar ( $n=5$ ).

## CONCLUSIONES

En frutos de arándano, la cosecha mecánica tuvo un efecto más adverso que la cosecha manual en términos de firmeza, pérdida de peso y velocidad de respiración, tanto para el almacenamiento en condiciones ambientales como para las de refrigeración. Este efecto adverso resultó más evidente durante los primeros 2 d después de cosechar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Austin M E, R E Williamson (1977) Comparison of harvest methods of rabbiteye blueberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102:454-456.
- Brown G K, N L Shulte, E J Timm, R M Beaudry, D L Peterson, J F Handcock, F Takeda (1996) Estimates of mechanization effects on fresh blueberry quality. *Appl. Eng. Agri.* 12:21-26.
- Boyette M D, E A Estes, C M Mainland, W O Cline (1993) Postharvest Handling and Cooling of Blueberries. NC State Univ. Coop. Ext. Serv. Pubs. N° 413-7, 414-1.
- Deepack, A, A J Prussia, S E Prussia, A Nunez, D S NeSmith, W J Florkowski (2003) Predicting fresh produce quality in supply chains. *Acta Hort.* 604:179-188.
- Jackson E D, K A Anderson, R A Lawrence, K B Mc Rae, R Stark (1999) Lowbush blueberry changes in response to prepacking delays and holding temperatures. *J. Postharvest Biol. Technol.* 15:117-126.
- Krewer G S, M P Betrand, D Horton, S Brown, M Austin (1989) Commercial Blueberry Culture. University of Georgia., Coop. Ext. Serv. Circ. 713.
- Mathooko F M (1996) Regulation of respiratory metabolism in fruit and vegetables by carbon dioxide. *J. Postharvest Biol. Technol.* 9:247-264.
- Miller W R, D A Smittle (1987) Storage quality of hand-harvested and machine-harvested rabbiteye blueberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:487-490.
- NeSmith D S, S Prussia, M Tetteh, G Krewer (2002) Firmness losses of rabbiteye blueberries during harvesting and handling. *Acta Hort.* 574:287-293.
- Patten K D, E W Neuendorff, G Nimr (1988) Quality of Tifblu rabbiteye blueberries and efficiency of machine harvesting at different time of the day. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113:953-956.
- Prange (1991) Lowbush blueberry quality changes in response to mechanical damage and storage temperature. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:47-51.
- SAS (1987) SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 6, Fourth Edition; Statistical Analysis System Institute, Inc.: Cary, NC. 846 p.
- Timm E J, G K Brown, P R Armstrong, R M Beaudry, A Shirazi (1996) Portable instrument for measuring firmness of cherries and berries. *Appl. Eng. Agri.* 12:71-77.
- Trinchero G D, G O Sozzi, A M Cerri, F Vilella, A A Fraschina (1999) Ripening-related changes in ethylene production, respiration rates and cell-wall enzyme activity in goldenberry. *Postharvest Biol. Technol.* 16:139-145.