

# Estudio fisiológico poscosecha y evaluación de la calidad de la ciruela variedad Horvin (*prunus domestica l.*) bajo tres condiciones de almacenamiento refrigerado

## Post-harvest physiological study and evaluation of the quality of Cv. Horvin plums (*prunus domestica l.*) in three cold-storage conditions

Alfonso Parra-Coronado<sup>1</sup>, José Eugenio Hernández Hernández<sup>2</sup> y Jesús Hernán Camacho-Tamayo<sup>3</sup>

### RESUMEN

La ciruela variedad Horvin es una fruta altamente perecedera, lo cual dificulta el manejo poscosecha, además porque actualmente en Colombia no se dispone de una red de frío ni de una infraestructura adecuada para el manejo poscosecha. El objetivo del presente trabajo fue el de evaluar la calidad de la ciruela variedad Horvin bajo tres condiciones de almacenamiento refrigerado. La ciruela variedad Horvin es un fruto climatérico, donde la intensidad respiratoria está influenciada por las condiciones de almacenamiento, presentando una relación directa con la temperatura, encontrándose que el almacenamiento a 4° C es la más favorable para mantener la calidad de la ciruela, con una pérdida de peso acumulada del 13,23%, valores de firmeza superiores a 20 N y sólidos solubles totales (SST) superiores a 11° Brix, al finalizar el periodo de almacenamiento a los 31 días. La pérdida de peso, la intensidad respiratoria, la firmeza, la acidez titulable (AT) y la relación SST/AT, son los parámetros que mejor representan la evolución de la madurez de la ciruela variedad Horvin durante el almacenamiento. Los sólidos solubles totales no presentaron alta variabilidad en las diferentes condiciones de almacenamiento evaluadas, parámetro que no debe considerarse como índice de madurez durante el periodo poscosecha.

**Palabras clave:** propiedades físicas, índices de madurez, almacenamiento, firmeza, sólidos solubles, acidez titulable.

### ABSTRACT

The plum cv. Horvin is a highly perishable fruit; this hampers post-harvest handling and there is currently no cold storage chamber or suitable post-harvest handling infrastructure in Colombia. The present work was aimed at evaluating the quality of the plum cv. Horvin in three storage conditions. The plum cv. Horvin is a climacterical fruit, its respiratory rate being influenced by storage conditions showing a direct relationship with temperature. It was found that 4°C was the best storage temperature for maintaining cv. Horvin plum quality, having a 13.23% accumulated weight loss, greater than 20 N firmness and more than 11°Brix total soluble solids (SST) at the end of a 31-day storage period. Weight loss, respiratory rate, firmness, titratable acidity (AT) and SST/AT ratio were the parameters best representing cv. Horvin plum maturity during storage. Total soluble solids did not reveal high variability in the storage conditions analysed here; this parameter should not be taken as being a post-harvest maturity index.

**Keywords:** physical property, maturity index, storage, firmness, soluble solid, titratable acid.

Recibido: diciembre 12 de 2007

Aceptado: febrero 30 de 2008

### Introducción

Las ciruelas son frutos climatéricos sobre los cuales actúa el etileno, que es la hormona responsable del proceso de maduración y senescencia durante el periodo poscosecha (Abdi *et al.*, 1997; Abdi *et al.*, 1998). Esta fruta presenta un alto potencial de consumo, dado que contribuye a la nutrición humana, por su contenido de fibra y antioxidantes (Stacewicz-Sapuntzakis *et al.*, 2001); a pesar de esto, su consumo es ba-

jo debido al manejo deficiente durante la cosecha y poscosecha, ya sea por que la recolección se realiza en un momento inadecuado o porque se le causan daños al fruto durante su manejo. Estas deficiencias originan en el fruto sabores y aromas poco atractivos al consumidor (Crisosto *et al.*, 2004); por esto es fundamental que la producción de ciruelas se dé con elevados estándares de calidad, tamaño, apariencia y sabor adecuados para su comercialización, según sus características varietales.

<sup>1</sup> Ingeniero agrícola. M.Sc. Profesor titular, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. aparrac@unal.edu.co.

<sup>2</sup> Ingeniero agrícola. M.Sc. Profesor asociado, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. jehernandezh@unal.edu.co.

<sup>3</sup> Ingeniero agrícola. M.Sc. Profesor asistente, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. jhcama@unal.edu.co.

Uno de los aspectos relevantes durante el manejo de las frutas es reducir el deterioro y las pérdidas que pueden ocasionarse durante el periodo poscosecha, proceso que está directamente relacionado con la respiración, la cual es una combinación entre la producción de dióxido de carbono y consumo de oxígeno, mediante procesos de difusión celular (Schouten *et al.*, 2003). La inhibición del proceso respiratorio incide directamente en el sostenimiento de la calidad de frutas y hortalizas y puede realizarse por medio del manejo de atmósferas controladas o modificadas (Amarante y Banks, 2001), mediante el control de la temperatura y la humedad relativa de almacenamiento (Coutinho *et al.*, 2003), así como el uso de agentes hormonales como el 1-metilciclopropeno (Argenta *et al.*, 2003; Meniti *et al.*, 2004).

La vida poscosecha de la ciruela difícilmente supera los siete días cuando esta no recibe ningún tipo de manejo. Para mantener la calidad durante el periodo poscosecha una de las técnicas más utilizadas por su bajo costo es la refrigeración, con temperaturas entre 0 y 5° C, donde se logran tiempos de almacenamiento cercanos a los 30 días (para las variedades Blackamber, Fortune, Angeleno, Showtime, Firar y Howard Sun), manteniendo características organolépticas apropiadas para su comercialización y consumo (Crisosto *et al.* 1999).

El municipio de Nuevo Colón (Boyacá), ubicado en la región andina colombiana, está conformado por 16 veredas, en las que predomina la vocación agrícola (predios de minifundio). Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2006), para el año 2005 existían 2.165 ha dedicadas a frutales caducifolios, de los cuales la ciruela variedad Horvin ocupa el segundo lugar en importancia, con un área cultivada de 500 ha y rendimientos de 3.000 a 4.500 kg ha<sup>-1</sup>.

Las tecnologías de manejo cosecha y poscosecha utilizadas por los fruticultores de Nuevo Colón presentan una serie de inconvenientes tales como deficiencias en los sistemas de recolección y de manejo poscosecha (tales como condiciones de almacenamiento deficientes), lo cual origina una pérdida en la calidad y cantidad del producto, disminuyendo el grado de competitividad en los mercados y afectando social y económicamente el nivel de vida de los productores, al ver disminuidos sus ingresos al comercializar los productos. Por esto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad de la ciruela variedad Horvin bajo tres condiciones de almacenamiento refrigerado y su incidencia en algunos parámetros fisiológicos, con el fin de aumentar el periodo de comercialización de este producto, e incidir de manera positiva en la calidad de vida de los agricultores vía incremento de sus ingresos.

## Material y métodos

### Materia prima

La materia prima para la realización de este estudio fue la ciruela (*Prunus domestica L.*) variedad Horvin, cuyas muestras fueron transportadas desde el municipio de Nuevo Co-

lón (Boyacá), zona andina colombiana, localizado en las coordenadas geográficas 5° 21' 11" de latitud norte, 73° 27' 24" de longitud oeste y una altitud de 2.464 m. El transporte de la materia prima desde la finca al lugar de almacenamiento (Laboratorio de Frutas y Hortalizas del Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá) se llevó a cabo en recipientes de icopor, realizándose inicialmente una selección previa, con el fin de garantizar sanidad del producto.

### Desarrollo experimental

Se trabajó con tres ambientes de almacenamiento (tratamientos), representativos de las condiciones de comercialización comunes para frutas y verduras en Colombia. Las temperaturas evaluadas en el presente estudio fueron de 4 °C, 12 °C y 18 °C, con humedades relativas del 85%, 95% y 50%, respectivamente.

Para la determinación del peso y la pérdida del mismo, se hizo el seguimiento individual a 120 frutos por cada condición de almacenamiento, mediante una balanza electrónica marca Mettler PC2000, precisión 0,01g. La intensidad respiratoria (IR) (mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) se determinó siguiendo la metodología descrita por Parra A. *et al.* (2006), tomando muestras entre 250 y 300 g y realizando cuatro repeticiones por tratamiento. También se determinaron los siguientes índices de madurez: la firmeza (N), mediante un penetrómetro de reloj marca Bertuzzi FT 327, con escala de 0 a 130 N y precisión de 1,0 N, con punta de 8,1 mm de diámetro; la acidez titulable (AT) expresada como porcentaje de ácido málico; los sólidos solubles totales – SST (°Brix), usando un refractómetro manual marca Kikuchi, con escala 0 a 30° Brix y relación de madurez (RM), determinada mediante la relación SST/AT. Para determinar la media de la firmeza, la AT y los SST, se realizaron cinco ensayos por tratamiento. El diseño estadístico fue enteramente casualizado, y para los resultados se realizó análisis de varianza y comparación de medias, mediante prueba de Duncan, a un nivel del 5% de probabilidad.

## Resultados y discusión

Durante los procesos de almacenamiento de la ciruela variedad Horvin se observó incidencia de la temperatura y de la humedad relativa sobre los parámetros estudiados, siendo más marcada en la medida en que aumenta la temperatura y disminuye la humedad relativa del ambiente de almacenamiento. Parte de este comportamiento se debe a la pérdida de peso, que en el caso de frutas almacenadas se presenta por el intercambio de agua entre la atmósfera interna del producto y las condiciones externas, llegando a producir ruptura celular cuando se presenta alta deshidratación, lo cual también conlleva a aumentar la tasa de respiración (Woods, 1990).

Como se observa en la Figura 1, la pérdida de peso fue mayor para el tratamiento a 18 °C y 50% de humedad relativa, con una pérdida acumulada del 23,0% en 11 días. Estos valores son superiores a los reportados para las variedades

Golden Japan y Blackstar, pero similares a las pérdidas presentadas por las variedades Black Diamond y Santa Rosa, de acuerdo al estudio realizado por Serrano *et al.* (2003), en frutos almacenados a 20 °C. Este comportamiento se debió a que la temperatura de almacenamiento no inhibe el proceso de respiración y a que la baja humedad relativa del ambiente hace que el intercambio de agua se presente desde el fruto hacia el medio ambiente. Caso contrario se presentó a una temperatura de 4 °C y humedad relativa del 85%, donde los frutos presentaron una pérdida de peso acumulada del 13,23% a los 31 días, similar a los encontrados para la variedad President, almacenada a 1 °C durante 35 días (Valero *et al.*, 2003), y para la variedad Hauszwetsche, almacenada a 2°C durante 28 días (Lippert y Blanke, 2004).

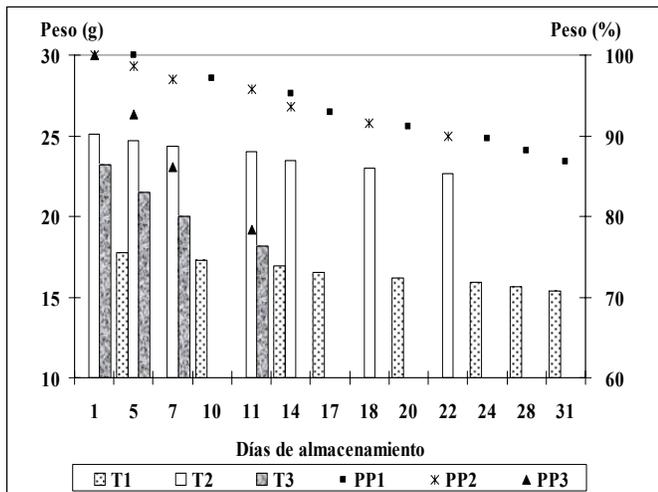


Figura 1. Variación media del peso en los tres ambientes de almacenamiento. T1= fruto almacenado a 4 °C y humedad relativa del 85%; T2= fruto almacenado a 12 °C y humedad relativa del 95%; T3= fruto almacenado a 18 °C y humedad relativa del 50%. PP= peso del fruto en porcentaje.

La pérdida de peso a una temperatura de 12 °C y humedad relativa del 95% presentó un comportamiento similar a la condición de almacenamiento a 4 °C y 85% de humedad relativa, hasta el día 22, momento en el cual el fruto ya no presentó características adecuadas para su comercialización, con una pérdida acumulada de peso del 10,07%.

La intensidad respiratoria (IR) de la ciruela variedad Horvin, en las diferentes condiciones de almacenamiento, presentó el comportamiento típico de un producto climatérico. En los días posteriores a la cosecha se dio un aumento continuo en la IR hasta lograr el climaterio, y posteriormente empezó a descender hasta llegar a la senescencia, comportamiento común para las ciruelas, pero con valores mayores de IR para esta variedad, comparado con variedades como la Blackstar (Pérez *et al.*, 2002; Serrano *et al.*, 2004) y Laetitia (Argenta *et al.*, 2003). Por otra parte, la IR mostró una relación directa con la temperatura, así como con el tiempo de almacenamiento, hasta el momento en que presentó el climaterio. Este comportamiento es típico de frutos climatéricos y tam-

bién está reportado para las ciruelas variedad Hauszwetsche (Lippert y Blanke, 2004).

El momento del climaterio fue diferente para cada tratamiento y se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Las frutas almacenadas a una temperatura de 18°C y humedad relativa del 50% llegaron al climaterio a los 7 días de almacenadas con IR de 105,11 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Para el tratamiento de 12 °C de temperatura y humedad relativa del 95%, el climaterio se presentó a los 14 días, con un valor de 83,71 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. La condición más favorable para el almacenamiento de la ciruela variedad Horvin fue a una temperatura de 4 °C y humedad relativa del 85%, donde el climaterio se presentó en el día 20 con un valor de 53,48 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>; la senescencia ocurrió a los 31 días con una IR de 22,02 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>; no obstante, la calidad disminuyó, observándose que algunos frutos presentaron daños por frío. En términos generales la IR presenta alta dispersión, reflejada en los coeficientes de variación, pero se observó que dicha dispersión es mínima cuando se presenta el climaterio (Tabla 1).

Medias seguidas de letras distintas indican diferencias, según prueba de Duncan (*P* < 0,05). T1= fruto almacenado a 4 °C y humedad relativa del 85%; T2= fruto almacenado a 12 °C y humedad relativa del 95%; T3= fruto almacenado a 18 °C y humedad relativa del 50%.

La firmeza presentó valores altos, comparados con otras variedades de ciruelas, situación que está directamente relacionada con el menor tamaño de la ciruela variedad Horvin. Kader & Mitchell (1989) afirman que en frutos de una misma variedad, la firmeza presenta mayores valores para frutos de menor tamaño. Para todos los tratamientos, la firmeza disminuye durante el almacenamiento (Tabla 2), comportamiento normal para las ciruelas (Argenta *et al.*, 2003; Serrano *et al.*, 2003; Valero *et al.*, 2003), mostrando una dispersión creciente desde el inicio y hasta al final del almacenamiento, para los tres tratamientos.

Tabla 1. Valores medios de la IR (mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) de la ciruela variedad Horvin bajo tres condiciones de almacenamiento.

Día	T1		T2		T3				
	Media	CV, %	Media	CV, %	Media	CV, %			
0	19,64	ab	75,34	19,64	ab	75,34	19,64	ab	75,34
1				18,19	a	11,46	18,33	a	12,52
5	22,20	abc	22,14	35,60	d	2,81	35,67	d	13,36
7				48,43	e	12,59	105,11	g	5,04
10	33,59	cd	30,02						
11				59,51	e	6,09	23,96	abcd	9,51
14	29,74	abcd	22,98	83,71	f	7,18			
17	31,77	bcd	30,20						
18				58,19	e	16,31			
20	53,48	e	8,95						
22				26,71	abcd	38,46			
24	47,62	e	6,28						
28	34,73	d	7,19						
31	22,02	abc	11,84						

Tabla 2. Valores medios de la firmeza (N) de la pulpa de la ciruela variedad Horvin bajo tres condiciones de almacenamiento.

DÍA	T1		T2		T3				
	Media	CV, %	Media	CV, %	Media	CV, %			
1			76,77	g	9,78	70,80	g	9,90	
5	66,32	g	24,24	54,75	f	16,73	37,81	de	11,70
7			39,23	de	26,75	32,55	cd	9,00	
10	49,03	ef	50,05						
11			23,46	bc	36,17	3,24	a	41,14	
14	51,76	f	27,57	30,84	cd	44,83			
17	53,10	f	36,13						
18			15,37	b	27,18				
20	38,52	de	43,65						
22			3,22	a	82,08				
24	36,30	d	49,12						
28	22,55	bc	48,58						
31	21,27	bc	51,39						

Medias seguidas de letras distintas indican diferencias, según prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ). T1= fruto almacenado a 4 °C y humedad relativa del 85%; T2= fruto almacenado a 12 °C y humedad relativa del 95%; T3= fruto almacenado a 18 °C y humedad relativa del 50%.

Para los frutos almacenados a 18 °C, la firmeza presentó una disminución fuerte, pasando de 70,80 N en el momento de la cosecha, a 3,24 N a los 11 días de almacenamiento, mientras que a 12°C la firmeza disminuyó de 76,77N hasta 3,22N a los 22 días y para la temperatura de 4 °C se presentó una disminución de 66,32 N a 21,27 N en el día 31, momento en el cual se suspendió el almacenamiento. En el momento del climaterio, la firmeza no presentó diferencias significativas para los tratamientos analizados, presentando valores de 38,52 N para 4°C de almacenamiento, de 30,84N para 12°C y de 32,55 N para 18 °C.

En las Tablas 3 y 4 se observa el comportamiento de la acidez titulable (AT) y de los sólidos solubles totales (SST) para la ciruela variedad Horvin durante el periodo de almacenamiento bajo las tres condiciones estudiadas.

Tabla 3. Valores medios de la AT (%AM) de la pulpa de la ciruela variedad Horvin bajo tres condiciones de almacenamiento.

DÍA	T1		T2		T3				
	Media	CV, %	Media	CV, %	Media	CV, %			
1			0,73	ghi	10,79	0,73	ghi	13,64	
5	0,76	hi	3,01	0,84	i	10,75	0,72	ghi	18,25
7			0,62	efg	21,62	0,37	bc	14,43	
10	0,72	ghi	12,75						
11			0,52	de	24,35	0,16	a	18,09	
14	0,63	efgh	15,72	0,32	b	22,95			
17	0,57	ef	22,56						
18			0,29	b	14,00				
20	0,66	fgh	14,54						
22			0,28	b	11,57				
24	0,45	cd	10,16						
28	0,64	efgh	14,11						
31	0,39	bc	29,63						

Medias seguidas de letras distintas indican diferencias, según prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ). T1= fruto almacenado a 4 °C y humedad relativa del 85%; T2= fruto almacenado a 12 °C y humedad relativa del 95%; T3= fruto almacenado a 18 °C y humedad relativa del 50%.

La AT disminuye para los tres tratamientos, mientras que los SST no presentaron variaciones significativas a lo largo del periodo de almacenamiento, sin diferencias significativas entre tratamientos, mostrando una baja dispersión, coincidiendo con el comportamiento encontrado para la AT y los SST de las variedades Laetitia (Argenta *et al.*, 2003), Golden Japan, Black Diamond, Black Star y Santa Rosa (Serrano *et al.*, 2003), variedades que también presentaron mayores valores tanto de AT como de SST. El tratamiento a 4 °C presentó siempre los mayores contenidos de ácidos, con un valor de 0,66 en el momento del climaterio, observándose diferencias significativas con los otros tratamientos, que arrojaron valores de 0,32 para la temperatura de 12 °C y de 0,37 para la temperatura de 18 °C.

Tabla 4. Valores medios de los SST (oBrix) de la pulpa de la ciruela variedad Horvin bajo tres condiciones de almacenamiento.

DÍA	T1		T2		T3				
	Media	CV, %	Media	CV, %	Media	CV, %			
1			10,52	abcdef	9,43	10,10	abc	11,11	
5	10,08	abc	4,01	9,74	a	4,75	11,00	abcdef	9,02
7			10,03	abc	4,54	11,76	ef	3,69	
10	10,50	abcde	7,06						
11			9,84	ab	18,54	10,54	abcdef	9,71	
14	11,08	abcdef	6,34	10,55	abcdef	4,61			
17	11,21	cdef	5,54						
18			10,40	abcd	11,13				
20	11,20	bcdef	7,95						
22			10,53	abcdef	10,70				
24	10,85	abcdef	6,01						
28	11,58	def	5,83						
31	11,86	f	7,88						

Medias seguidas de letras distintas indican diferencias, según prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ). T1= fruto almacenado a 4 °C y humedad relativa del 85%; T2= fruto almacenado a 12 °C y humedad relativa del 95%; T3= fruto almacenado a 18 °C y humedad relativa del 50%.

La relación SST/AT aumenta a medida que pasa el tiempo de almacenamiento (Tabla 5), factor influenciado principalmente por la constante reducción de la AT (Tabla 3). El menor crecimiento de la relación SST/AT se presentó en el tratamiento a 4 °C, con un incremento del 148,76% durante el periodo de almacenamiento, observándose diferencias significativas en el momento que se dio el climaterio, entre este tratamiento y las condiciones de almacenamiento a 12 °C y 18 °C, las cuales también presentaron mayores relaciones SST/AT al final del periodo de almacenamiento, con incrementos del 158,31% y 368,87%.

En términos generales, al analizar todos los parámetros, el almacenamiento a 4 °C es el más favorable para la conservación de la calidad de la ciruela variedad Horvin, por un pe-

riodo entre 4 y 5 semanas, coincidiendo con las condiciones de almacenamiento reportadas por Malgarim *et al.* (2005) para la variedad Reubennel y por Crisosto *et al.* (1999) para las variedades Blackamber, Fortune, Angeleno, Showtime, Firar y Howard Sun, sometidas a almacenamiento refrigerado con temperaturas entre 0 y 5 °C.

Tabla 5 - Valores medios de la relación SST/AT de la pulpa de la ciruela variedad Horvin bajo tres condiciones de almacenamiento.

DÍA	T1		T2		T3					
	Media	CV, %	Media	CV, %	Media	CV, %				
1			14,56	ab	12,49	13,91	ab	15,52		
5	13,31	ab	4,47		11,71	a	9,32	15,70	ab	15,77
7			17,06	abc	26,80		32,50	d	14,84	
10	14,76	ab	16,16							
11			20,09	bc	40,04		65,22	e	10,69	
14	18,11	abc	18,20		33,88	d	22,36			
17	20,40	bc	18,76							
18			36,36	d	20,70					
20	17,34	abc	20,89							
22			37,61	d	17,57					
24	24,37	c	9,42							
28	18,29	abc	10,65							
31	33,11	d	36,81							

Medias seguidas de letras distintas indican diferencias, según prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ). T1 = fruto almacenado a 4 °C y humedad relativa del 85%; T2 = fruto almacenado a 12 °C y humedad relativa del 95%; T3 = fruto almacenado a 18 °C y humedad relativa del 50%.

## Conclusiones

La intensidad respiratoria de la ciruela variedad Horvin en las diferentes condiciones de almacenamiento presenta el comportamiento típico de un producto climatérico, en el que el climaterio está influenciado por las condiciones de almacenamiento, presentando una relación directa con la temperatura, donde a menor temperatura se inhibe el proceso respiratorio y se retarda el climaterio, permitiendo una mejor conservación de la calidad del fruto cuando este se almacena a 4 °C y 85% de humedad relativa.

La pérdida de peso, la intensidad respiratoria, la firmeza, la acidez titulable y la relación SST/AT, son los parámetros que mejor representan la evolución de la madurez de la ciruela variedad Horvin después de la cosecha.

Los sólidos solubles totales no mostraron alta variabilidad durante la vida poscosecha en las condiciones de almacenamiento evaluadas, razón por la cual no debe considerarse este parámetro como indicador de la madurez de la ciruela variedad Horvin, durante el periodo poscosecha.

La relación SST/AT reflejó un comportamiento creciente para las tres condiciones estudiadas, donde los productos almacenados a una temperatura de 18 °C y 50% de humedad relativa presentaron los mayores valores de esta relación, indicando que en esta condición los frutos maduran en un tiempo menor, alcanzando rápidamente la senescencia.

Los resultados de este estudio permitirán a los cultivadores y comercializadores de la ciruela variedad Horvin en Colombia, implementar sistemas de almacenamiento refrigerado a las condiciones adecuadas, mediante los cuales lograrán conservar la calidad del producto y prolongar su vida comercial por un periodo entre 4 y 5 semanas, aumentando el grado de competitividad en los mercados. Todo esto se verá reflejado de manera positiva en la calidad de vida de los agricultores, vía incremento de sus ingresos.

## Bibliografía

- Abdi, N., Holford, P., McGlasson, W. B., Mizrahi, Y., Ripening behaviour and responses to propylene in four cultivars of Japanese type plums. *Postharvest Biology and Technology*, Netherlands, Vol.12, 1997, pp.21-34.
- Abdl, N., McGlasson, W. B., Holford, P., Williams, M., Mizrahi, Y., Responses of climateric and suppressed-climateric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene., *Postharvest Biology and Technology*, Netherlands, Vol.14, 1998, pp.29-39.
- Amarante, C., Banks, N. H., *Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables.*, *Horticultural Reviews*, New York, Vol.26, 2001, pp.161-238.
- Argenta, L. C., Krammes, J. G., Megguer, C. A., Amarante, C. V. T., Mattheis, J., Ripening and quality of 'Laetitia' plums following harvest and cold storage as affected by inhibition of ethylene action., *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, Vol.38, No.10, 2003, pp. 1139-1148.
- Coutinho, E. F., Malgarim, M. B., de Souza, E. L., Treptoe, R. O., Qualidade pós-colheita da pêra (*Pyrus communis* L.) cultivar carrick, submetida a diferentes condições de armazenamento., *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, Vol.25, No.3, 2003, pp.417-420.
- Crisosto, C. H., Mitchell, F. G., J, Z. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars grown in California., *Hortscience*, Vol.34, No.6, 1999, pp.116-1118.
- Crisosto, C. H., Garner, D., Crisosto, G. M., Bowerman, E., Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. *Postharvest Biology and Technology*, Netherlands, Vol.34, 2004, pp.237-244.
- Kader, A. A., Mitchell, F. G., Maturity and quality: In: LaRue, J.H.; Johnson, R.S. (Eds.), *Peaches, Plums and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market*. University of California. Publication No. 3331, 1989, pp.191-196, 1989.
- Lippert, F., Blanke, M. M., Effect of mechanical harvest and timing of 1-MCP application on respiration and fruit quality of European plums *Prunus domestica* L. *Postharvest Biology and Technology*, Netherlands, Vol.34, No.3, 2004, pp.305-311.
- Malgarim, M. B., Cantillano, R. F. F., Treptow, R. O., Souza, E. E., Coutinho, E. F., Modificação da atmosfera na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubennel., *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, Vol. 27, No.3, 2005, pp.373-378.

Menniti, A. M., Gregori, R., Donati, I., 1-Methylcyclopropene retards postharvest softening of plums. *Postharvest Biology and Technology*, Netherlands, Vol.31, No.3, 2004, pp. 269-275.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural., Dirección de Política Sectorial-Grupo Sistemas de Información., Evaluaciones Agropecuarias URPAS-UMATAS, Bogotá D.C., 2006.

Parra, A., Hernández, J. E., Camacho, J. H., Comportamiento fisiológico de la pera variedad triunfo de viena

(*Pyrus Communis L.*) durante el período poscosecha., *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, Vol.25, No.1, 2006, pp.25-32.

Pérez, A., Martínez, D., Carbonell, A., Serrano, M., Riquelme, F., Guillén, F., Valero, D., Role of polyamines in extending shelf life and the reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina Lindl.*) storage., *Postharvest Biology and Technology*, Netherlands, Vol.30, No.3, 2002, pp.259-271.