

ESTUDIO DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y FISIOLÓGICAS PRECOSECHA DE LA CIRUELA VARIEDAD HORVIN¹

ALFONSO PARRA-CORONADO², JOSÉ EUGENIO HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ³,
JESÚS HERNÁN CAMACHO-TAMAYO⁴

RESUMEN: El presente trabajo tuvo como objetivo determinar algunas propiedades físicas y fisiológicas de la ciruela variedad Horvin, durante el periodo precosecha, cuyo conocimiento es indispensable para la determinación del momento oportuno de recolección, lo cual permitirá reducir las pérdidas que se presentan de este producto durante la cosecha, debido a su deficiente manejo. El estudio permitió determinar que la ciruela variedad Horvin debe recolectarse 99 días después de la floración, en cuyo momento presentó valores medios de firmeza de 50,66 N, acidez titulable de 0,78%, sólidos solubles de 11,8 °Brix, intensidad respiratoria de 19,64 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ y relación de madurez (SS/AT) de 15,25. La ciruela variedad Horvin en el momento de la recolección, presentó un tamaño medio de 30,59 mm, peso de 22,44 g, esfericidad y redondez de 0,84 y 0,85 respectivamente, densidad real de 1095,65 kg.m⁻³, densidad aparente de 572,70 kg.m⁻³, porosidad de 49,89% y área superficial de 32,79 cm².

Términos para indexación: propiedades físicas, sólidos solubles, acidez titulable, *Prunus domestica L.*, firmeza, respiración.

HARVEST INDEX DETERMINATION OF PLUMS cv. HORVIN

ABSTRACT: This research was carried out to determine some physical and physiological properties of plum (*Prunus domestic L.*) cv. Horvin, during the pre-harvests period, whose knowledge is indispensable to determine the appropriate harvest time, which will allow reducing the losses of this product during the harvest, due to his deficient handling. The study allowed determining that the plum cv. Horvin must be harvest 99 days after flowering. The fruit in this stage presented values for flesh firmness of 50.66 N, titratable acid of 0.78%, Soluble Solids of 11.8 °Brix, respiratory rate of 19.64 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ and relation (SS/AT) of 15.25. At harvest time the fruit present size about of 30.59 mm, weight of 22.44 g, sphericity and roundness of 0.84 and 0.85 respectively, real density 1095.65 kg.m⁻³, apparent density of 572.70 kg.m⁻³, porosity of 49.89% and superficial area of 32.79 cm².

Index terms: physical properties, soluble solids, titratable acids, *Prunus domestica L.*, firmness, respiration.

INTRODUÇÃO

El sector agrícola colombiano afronta una serie de desafíos como consecuencia de su incorporación a la economía mundial de mercados, la cual exige productos y servicios de alta calidad, con valor agregado, mayor nivel de complejidad tecnológica y empleo de tecnologías limpias en su proceso de producción. Así, surge el reto de buscar sistemas diversificados y sostenibles que generen una mayor productividad, basada en la utilización de los recursos propios y tecnologías apropiadas, que sin afectar negativamente los ecosistemas permitan satisfacer las necesidades de una población en aumento.

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 2165 ha dedicadas a frutales caducifolios, de los cuales la ciruela ocupa el segundo lugar en importancia, con un área cultivada de 500 ha y rendimientos de 3,0 a 4,5 Mg ha⁻¹.

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, equipos y herramientas inadecuados para la recolección y el manejo poscosecha, 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.

Brady y O'Connel (1976) reportan que las frutas inician una serie de cambios una vez son cosechadas, debido a la actividad enzimática y síntesis de proteínas, que en el caso de productos climatéricos afecta directamente el proceso de maduración. El cosechar tempranamente lleva a una pérdida significativa en el rendimiento, pues en los últimos días de desarrollo la ciruela crece rápidamente hasta alcanzar la madurez fisiológica, además de no desarrollar a menudo sabores aceptables. Por otra parte, una cosecha tardía puede significar que la fruta

¹ (Trabalho 191-06). Recibido el 20-11-2006. Aceptado para publicación el 04-09-2007.

² Ing. Agrícola, M. Sc., Universidad Nacional de Colombia, Profesor Titular, Programa de Ingeniería Agrícola, Ciudad Universitaria, Bogotá, Colombia. aparrac@unal.edu.co. Teléfono 57-1-3165430

³ Ing. Agrícola, M. Sc., Universidad Nacional de Colombia, Profesor Asociado, Programa de Ingeniería Agrícola, Ciudad Universitaria, Bogotá, Colombia. jehernandezh@unal.edu.co.

⁴ Ing. Agrícola, M. Sc., Universidad Nacional de Colombia, Profesor Asistente, Programa de Ingeniería Agrícola, Ciudad Universitaria, Bogotá, Colombia. jhcachot@unal.edu.co.

presente un tiempo de almacenamiento corto e incapaz de soportar procesos de distribución y comercialización (Abdi et al., 2002).

El desconocimiento de las propiedades físicas y fisiológicas, hace que la recolección del producto se realice mediante indicadores como coloración de la epidermis y tamaño de la fruta, parámetros inadecuados para definir el momento propicio de la cosecha de las ciruelas, dado que estas características se ven influenciadas por las condiciones climáticas y por las prácticas de manejo de cultivo (Abdi et al., 1997). Para determinar la evolución fisiológica a través del tiempo de las frutas en general, es necesario considerar otros parámetros como firmeza de la pulpa, acidez titulable, contenido de sólidos solubles, así como la intensidad respiratoria (Parra & Hernández, 2001). Para la ciruela, Crisosto (1994) propuso considerar el tamaño, la firmeza, la acidez titulable y el contenido de sólidos solubles, para establecer el momento apropiado de la cosecha. Abdi et al. (1997) adiciona que para la ciruela estos parámetros también dependen de la posición del fruto en el árbol, la variedad y factores climáticos presentes en el momento de la cosecha.

Por esto, el presente trabajo tuvo como objetivo establecer algunas características físicas y fisiológicas durante el desarrollo del fruto de la ciruela variedad Horvin, hasta la cosecha, bajo las condiciones ecuatoriales del clima frío, que permitan establecer sistemas de manejo adecuados, reduciendo así las pérdidas de calidad y cantidad durante la recolección y durante el período poscosecha.

MATERIAL Y MÉTODOS

La materia prima para la realización de este estudio fue la ciruela variedad Horvin, cuyas muestras se tomaron de cultivos tradicionales en fincas de las veredas Aposentos, Potreros y Centro, del municipio de Nuevo Colón (Boyacá -Colombia), ubicado en las coordenadas geográficas 5° 21' 11" de latitud norte, 73° 27' 24" de longitud oeste y una altitud de 2464 m, con temperatura media de 15°C y de 895,4 mm de precipitación anual. Para realizar el estudio de la fisiología precosecha de la ciruela variedad Horvin se marcaron 200 racimos florales fecundos en cada uno de los cinco lotes considerados en el estudio, para un total de 1000 racimos florales. Se realizó el seguimiento del desarrollo de los frutos desde floración y hasta la cosecha, tomando muestras de producto por cada finca los días 18, 32, 63, 80, 92 y 99. Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Poscosecha de Frutas y Hortalizas del Programa de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, para la determinación de las propiedades físicas y fisiológicas.

Las propiedades físicas estudiadas por cada día de muestreo, fueron el peso, determinado para 20 frutos, mediante una balanza electrónica marca Mettler PC2000, precisión 0,01g y la firmeza de la pulpa de 30 frutos, 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 11,25 mm de diámetro. Para la determinación de las propiedades fisiológicas se realizaron diez pruebas por cada día de muestreo, siendo ellas la acidez titulable (AT), expresada como % de ácido málico; sólidos solubles (SS), usando un refractómetro manual marca KIKUCHI, con escala 0 a 30°Brix;

relación de madurez (RM), determinada mediante la relación SS/AT; intensidad respiratoria (IR), siguiendo la metodología propuesta por Parra (1997), utilizando respirómetros, en los cuales se colocaron 30 mL de hidróxido de bario ($Ba(OH)_2 \cdot 2H_2O$) con normalidad de 0,1 como reactivo de captura del CO_2 generado en la respiración, dejándose funcionar por 30 minutos, para luego extraer una muestra de 10 mL del hidróxido de bario, la cual se tituló con ácido oxálico ($H_2C_2O_4 - 2H_2O$) con normalidad 0,1, para una muestra aproximada de 0,5 kg de ciruela colocados en la cámara de respiración. La intensidad respiratoria se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$IR = \frac{(Vb - Vm) * N * 22 \cdot mg \cdot CO_2 meq^{-1}}{W * t}$$

Donde,

IR: Intensidad respiratoria en mg de CO_2 $kg^{-1} h^{-1}$

Vb: Volumen de ácido oxálico, gastados al titular el blanco (sin CO_2), mL.

Vm: Volumen de ácido oxálico, gastados al titular la muestra (con CO_2), mL.

N: Normalidad del ácido oxálico.

W: Peso de la muestra del fruto, kg.

t: Tiempo, h.

Los parámetros concentración de sólidos solubles (SS), acidez titulable (AT), relación de la concentración de los sólidos solubles y acidez titulable (SS/AT), intensidad respiratoria (IR), variación de las propiedades físicas (peso y tamaño unitario) y firmeza de la pulpa, se determinaron utilizando la metodología propuesta por Parra (1997), para lo cual se tomaron cinco muestras por cada ensayo. Para la determinación de las propiedades físicas en el momento de la cosecha (99 días después de floración), se utilizó la metodología propuesta por Mohsenin (1986), con 75 muestras por ensayo (15 por lote), determinando forma (esfericidad y redondez), dimensiones de la fruta (Figura 1) considerando la altura (A) y el diámetro en dos posiciones perpendiculares (B y C), peso unitario, densidad aparente (D_a), densidad real (D_r), porosidad y área superficial real.

Los resultados fueron analizados con el software SPSS 12.0 (SPSS, Inc, 2003; Chicago, IL), para obtener los estadísticos descriptivos, considerando la desviación estándar (Sd) y el coeficiente de variación (CV), como factores de dispersión. También se obtuvieron curvas de variación de las propiedades físicas y fisiológicas analizadas durante el período precosecha, así como ecuaciones de ajuste mediante análisis de regresión, usando los modelos lineal, logarítmico, cuadrático, potencial y exponencial, reportando los dos mejores ajustes en el presente trabajo. Por último, se realizó el análisis de correlación entre diferentes parámetros, para identificar la relación entre estos y establecer cuales serían los mejores indicadores para la cosecha de la ciruela variedad Horvin.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características precosecha. Durante el período precosecha, los frutos de la ciruela variedad Horvin se comportaron de manera

similar a otras variedades de ciruela como Rubyred, Shiro, Beauty y Gulfruby (Abdi et al., 1997), presentando cambios desde la floración y hasta el momento de la cosecha, tales como continuo aumento de tamaño (Figura 2), aumento de peso y disminución de la intensidad respiratoria (Figura 3), disminución de la acidez titulable y aumento de los sólidos solubles (Figura 4), así como disminución de la firmeza del fruto y aumento de la relación de madurez (SS/AT) (Figura 5).

Para la ciruela variedad Horvin, se observó que desde el inicio de la formación del fruto hasta el momento de la cosecha, la acidez titulable y la firmeza decrecen durante el desarrollo, pero los SS y la relación SS/AT presentan un incremento constante (Figuras 4 y 5), concordando con el comportamiento reportado para las ciruelas por Abdi et al. (1997). Los SS del fruto de ciruela, que tienen un valor cercano a los 7,26° Brix a los 32 días de iniciar su desarrollo, alcanzan un valor de 11,80° Brix el día de la cosecha, valor inferior al reportado para las variedades President (Valero et al., 2003), French (Slaughter et al., 2003) y similares a la variedad Blackamber (Crisosto et al., 2004). La AT, cuyo valor es de 0,84% el día 32, decrece a un valor de 0,78% el día 99, considerado alto respecto a variedades cosechadas en países subtropicales, sugiriendo la influencia de las condiciones climáticas, como también fue encontrado por Abdi et al. (1997). La relación SS/AT aumenta desde 8,67 hasta 15,25 a los 99 días desde plena floración. A su vez, la firmeza disminuye de 101,91 N hasta alcanzar un valor de 50,66 N. Crisosto et al. (2004), recomiendan cosechar la ciruela variedad Blackamber con SS entre 10 y 12%, AT menor de 0,70% y firmeza superior a 14,0 N, para que se presente buena aceptación por parte de los consumidores y facilitar el manejo poscosecha. De acuerdo con estos supuestos, la ciruela variedad Horvin presenta desventajas para su aceptación en mercados internacionales, debido a su alto contenido de ácidos, lo que sugiere la realización de estudios futuros, principalmente de manejo del cultivo, que busquen aumentar los SS y disminuir la AT.

La Figura 3 muestra la variación de la Intensidad Respiratoria (IR) en el período precosecha de la ciruela variedad Horvin. Se observó que en la formación y desarrollo inicial de los frutos la IR es elevada, pero a medida que estos crecen la IR disminuye, al pasar con un marcado descenso, de 430,50 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ en el día 18, a 140,52 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ en el día 32, llegando a un valor mínimo de 19,64 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ el día de la cosecha. También se observó que a medida que se desarrolla el fruto, estos valores presentan una menor dispersión, como se verifica con la disminución de la desviación estándar, indicando que la IR de los frutos tiende a un comportamiento homogéneo.

En el momento de la cosecha, a los 99 días de edad, los frutos presentaron un tamaño medio de 30,59 mm y un peso medio de 22,44 g. El incremento durante los últimos siete días en tamaño fue de 5,73 mm que equivale a 23,05 % y el peso se incrementó en 6,14 g, que equivale a 37,67%, con respecto a los frutos de 92 días, tiempo en el que el fruto inicia su proceso de maduración organoléptica. Estas cifras confirman que la cosecha debe realizarse oportunamente, ya que si se lleva a cabo antes, el agricultor tendría una menor rentabilidad, ya que el fruto incrementa su peso en 37,67% una semana antes de la cosecha.

Por último, la ciruela variedad Horvin presenta tamaño y peso menores que otras variedades al momento de la cosecha, lo que explica porque presenta mayores valores de firmeza y de intensidad respiratoria, como se puede verificar al comparar estos parámetros con las variedades Gulfruby, Beauty, Shiro y Rubyred (Abdi et al., 1997), Laetitia (Argenta et al., 2003), President (Valero et al., 2003; Menniti et al., 2004).

La Tabla 3 presenta la matriz de coeficientes de correlación (CC) de las propiedades fisiológicas de precosecha de la ciruela variedad Horvin, de cuyo análisis se determina que la IR de la ciruela en el período precosecha presenta una alta correlación directa con la acidez titulable-AT (CC de 0,534) y la firmeza (CC de 0,790). Por otra parte, la IR presenta una relación inversa con la relación SS/AT (CC de -0,710) y el peso (CC de -0,770). Estos resultados indican que a medida que el fruto crece y madura en la planta la IR, la firmeza y la AT, disminuyen con el tiempo, hasta el momento de la cosecha.

A medida que el fruto se desarrolla, presentando una ganancia de peso, los SS se incrementan, indicando una mayor concentración de azúcares, como lo muestran los CC de 0,936 y 0,853 para peso y tamaño respectivamente. Esta correlación entre peso y la concentración SS, también fue reportada para la variedad French por Slaughter et al. (2003).

La acidez titulable (AT) disminuye a medida que los frutos de ciruela se desarrollan y crecen en la planta; esta afirmación la sustenta la correlación inversa existente entre el tamaño y el peso del producto y su acidez titulable durante el período precosecha (CC de -0,573 y CC de -0,541 respectivamente). A medida que el fruto se desarrolla y crece en la planta, la relación SS/AT se incrementa e indica que el fruto va madurando durante el proceso de crecimiento, como lo muestran los CC de 0,935 y 0,868 para peso y tamaño respectivamente, demostrando que existe una relación directa entre el crecimiento del fruto y su proceso de maduración. De igual manera, entre la relación SS/AT y la AT, el CC de -0,635 indica que a medida que el fruto madura su acidez titulable disminuye. La pérdida de turgencia de los frutos a medida que estos crecen, permite establecer una relación directa entre la variación de la firmeza y la acidez titulable (CC de 0,604) e inversa con el peso (CC de -0,917) es decir, a medida que el fruto crece disminuye su firmeza y su acidez titulable.

En la Tabla 1 se observan los modelos de regresión que mejor se ajustan para cada propiedad analizada como una función del tiempo transcurrido después de la floración, donde prevalecieron los modelos logarítmico y cuadrático, observándose que dichos modelos representan adecuadamente el comportamiento de las diferentes propiedades a medida que el producto se desarrolla, con coeficientes de determinación (R²) superiores a 0,90, a excepción de la acidez titulable, que presentó R² inferiores a 0,70, indicando que las ecuaciones obtenidas no representan adecuadamente este parámetro. Dado este comportamiento de los modelos ajustados para la AT y su baja correlación con los otros parámetros en estudio, se deduce que este parámetro no es un indicador adecuado para establecer el momento de la cosecha.

Caracterización física en la cosecha. La Tabla 2 presenta las

características físicas de la ciruela variedad Horvin en el momento de la cosecha; en ella se observa que el producto presenta un tamaño medio de 30,59 mm con un coeficiente de variación (CV) de 3,66%; lo cual indica que este producto presenta un tamaño homogéneo en el momento de la recolección y puede considerarse como una variedad enana, respecto a otras variedades de ciruelas. Además se encontró que presenta una esfericidad de 0,84 (CV=5,45%) y una redondez de 0,85 (CV=7,61), indicando una alta tendencia a la forma esférica, lo que coincide con los resultados reportados por Ertekin et al. (2006) para las variedades Stanley y Frenze 90. Teruel et al. (2004) también reportan una alta esfericidad para la ciruela variedad Santa Rosa. Estas propiedades son parámetros indispensables para procesos de selección y clasificación, así como para el diseño de empaques, equipos y

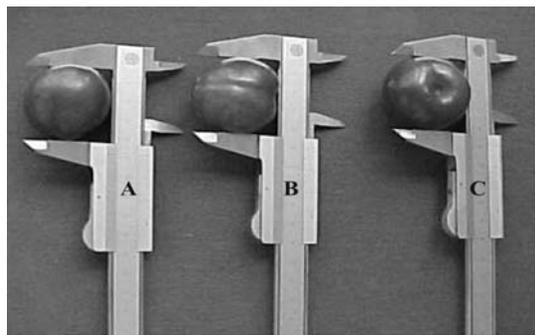


FIGURA 1 - Dimensiones de la ciruela variedad Horvin: altura (A) y diámetro en dos posiciones perpendiculares (B) y (C).

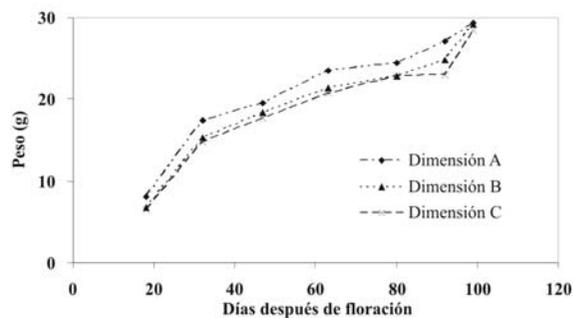


FIGURA 2 - Medias de las dimensiones durante el crecimiento desde floración y hasta la cosecha, de la ciruela variedad Horvin.

sistemas de limpieza.

La ciruela variedad Horvin presenta un valor promedio de peso de 22,44 g; con CV de 9,40%; lo que refleja que el peso puede variar de un fruto a otro en el momento de la cosecha. La densidad real (D_r) presentó un valor de $1095,65 \text{ kg m}^{-3}$, similar a los rangos mostrados por las variedades Red Beaut (Alcaraz-López et al., 2003) y Black diamond (Alcaraz-López et al., 2004). La densidad aparente (D_a) fue de $572,70 \text{ kg m}^{-3}$, porosidad de 49,89% y área superficial promedio de $32,79 \text{ cm}^2$. Estas últimas propiedades presentan una gran variabilidad, reflejada por sus altos CV, los cuales oscilan entre 27,13% y 29,82%. Los valores de D_r , D_a y porosidad son similares a los reportados por Ertekin et al. (2006) para las variedades Stanley y Frenze 90.

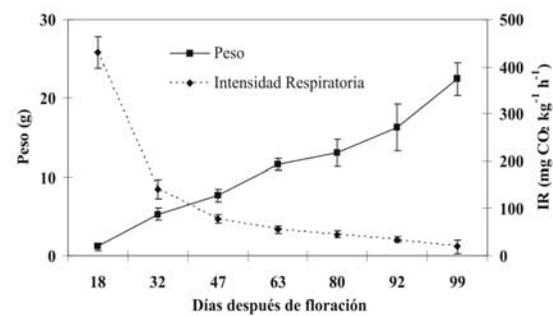


FIGURA 3 - Evolución del peso y comportamiento de la intensidad respiratoria (IR) desde floración y hasta la cosecha de la ciruela variedad Horvin. Las barras presentan la media \pm sd.

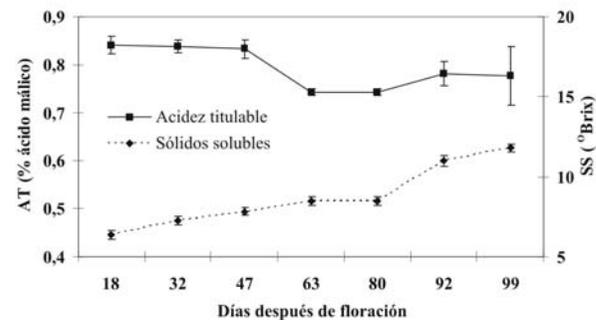


FIGURA 4 - Comportamiento de la acidez titulable (AT) y de los sólidos solubles (SS) desde floración y hasta la cosecha de la ciruela variedad Horvin. Las barras presentan la media \pm sd.

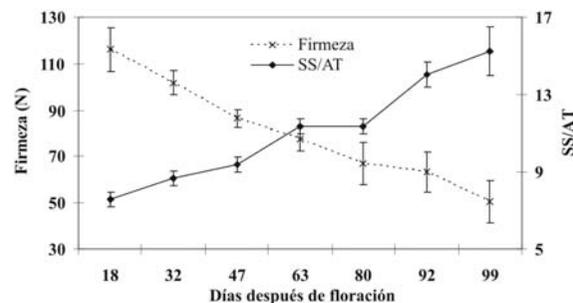


FIGURA 5 - Comportamiento de la firmeza y de la relación de madurez (SS/AT) desde floración y hasta la cosecha de la ciruela variedad Horvin. Las barras presentan la media \pm sd.

TABLA 1 – Modelos de regresión para la determinación de las propiedades físicas y fisiológicas desde floración y hasta la cosecha de la ciruela variedad Horvin.

Parámetro	Ecuación	R ²	Modelo
Dimensión A (mm)	$DA = 11,33 * Ln(t) - 23,76$	0,974	Logarítmico
	$DA = -0,0022 * t^2 + 0,482 * t + 1,688$	0,953	Cuadrática
Dimensión B (mm)	$DB = 11,427 * Ln(t) - 25,661$	0,963	Logarítmico
	$DB = -0,0017 * t^2 + 0,426 * t + 1,284$	0,945	Cuadrática
Dimensión C (mm)	$DC = 11,085 * Ln(t) - 25,001$	0,955	Logarítmico
	$DC = -0,0018 * t^2 + 0,428 * t + 0,824$	0,937	Cuadrática
Peso (g)	$W = 0,1106 * t^2 + 2,3755 * t - 0,6465$	0,981	Cuadrática
	$W = 3,261 * t - 1,974$	0,978	Lineal
Intensidad Respiratoria (mg CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	$IR = 416,81 * t^{-1,4678}$	0,985	Potencial
	$IR = 422,54 * e^{0,4503*t}$	0,923	Exponencial
Acidez titulable (% ácido málico)	$AT = 0,0046 * t^2 - 0,051 * t + 0,906$	0,661	Cuadrática
	$AT = -0,047 * Ln(t) + 0,852$	0,566	Logarítmico
Sólidos Solubles (°Brix)	$SS = 0,0978 * t^2 + 0,087 * t + 6,432$	0,949	Cuadrática
	$SS = 5,775 * e^{0,0982*t}$	0,942	Exponencial
SS/AT	$SS/AT = 6,7814 * e^{0,116*t}$	0,978	Exponencial
	$SS/AT = 0,076 * t^2 + 0,670 * t + 6,90$	0,976	Cuadrática
Firmeza (N)	$F = 0,748 * t^2 - 16,465 * t + 131,36$	0,992	Cuadrática
	$F = 131,82 * e^{-0,132*t}$	0,989	Exponencial

TABLA 2 - Medias de las propiedades físicas y fisiológicas de la ciruela variedad Horvin en la cosecha.

PARÁMETRO	MEDIA	CV (%)
Tamaño* (mm)	30,59	3,66
Peso (g)	22,44	9,40
Esfericidad	0,84	5,45
Redondez	0,85	7,61
Área superficial (cm ²)	32,79	27,82
Densidad aparente (kg m ⁻³)	572,70	27,33
Densidad real (kg m ⁻³)	1095,65	25,13
Porosidad (%)	49,89	29,82
Intensidad respiratoria (mg CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	19,64	75,31
Sólidos solubles (SS) (°Brix)	11,80	1,95
Acidez titulable (AT) (% ácido málico)	0,78	7,69
Relación SS/AT	15,25	8,13
Firmeza (N)	50,66	18,04

*Tamaño: (A+B+C) / 3; CV: coeficiente de variación

TABLA 3 - Coeficientes de correlación de las propiedades fisiológicas de pre cosecha de la ciruela Variedad Horvin.

FACTOR	Peso	Tamaño	IR	SS	AT	SS/AT	Firmeza
Peso	1						
Tamaño	0,942**	1					
IR	-0,770**	-0,889**	1				
SS	0,936**	0,853**	-0,686**	1			
AT	-0,541**	-0,573**	0,534**	-0,433**	1		
SS/AT	0,935**	0,868**	-0,710**	0,969**	-0,635**	1	
Firmeza	-0,917**	-0,907**	0,790**	-0,851**	0,604**	-0,881**	1

** La correlación es significativa a un nivel de 0,01. IR: intensidad respiratoria; SS: sólidos solubles; AT: acidez titulable; RM: relación de madurez.

CONCLUSIONES

1- Durante el crecimiento y desarrollo del fruto, se observó una alta correlación entre las propiedades analizadas; durante el período precosecha la ciruela variedad Horvin presentó disminución de la intensidad respiratoria, de la acidez titulable y de la firmeza del fruto; aumento en el tamaño y el peso, en los sólidos solubles y en la relación de madurez, comportamiento común para diferentes variedades de ciruelas.

2 -La combinación de diferentes parámetros físicos y fisiológicos, permiten establecer de manera confiable el momento oportuno para la cosecha de la ciruela, así como las características fundamentales para el diseño de empaques y de sistemas de almacenamiento y manejo poscosecha. En general para el período precosecha, la acidez titulable presenta baja variabilidad durante la formación y desarrollo del fruto, lo cual indica que este parámetro no debe considerarse aisladamente para determinar el momento de la cosecha, debido a la poca sensibilidad que presenta.

3 - Durante los últimos 7 días del desarrollo fisiológico de la ciruela, se presentó una ganancia superior al 35% del peso final, lo cual hace que el peso sea un factor preponderante en el momento de la cosecha, dado que una recolección temprana conllevaría a una disminución de la producción, alterando la vida poscosecha del producto e incidiendo negativamente en los ingresos esperados por los productores.

REFERÊNCIAS

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**, Amsterdam, v.12, p.21-34, 1997.

ABDI, N.; HOLFORD, P.; McGLASSON, B. Application of two-dimensional gel electrophoresis to detect proteins associated with harvest maturity in stonefruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.26, p.1-13, 2002.

ALCARAZ-LOPEZ, C.; BOTIA, M.; ALCARAZ, C.F.; RIQUELME, F. Effects of foliar sprays containing calcium, magnesium and titanium on plum (*Prunus domestica* L.) fruit quality. **Journal of Plant Physiology**, Heidelberg, v.160, n.12, p.1441-1446, 2003.

ALCARAZ-LOPEZ, C.; BOTIA, M.; ALCARAZ, C.F.; RIQUELME, F. Effects of calcium-containing foliar sprays combined with titanium and algae extract on plum fruit quality. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.27, n.4, p.713-729, 2004.

ARGENTA, L.C.; KRAMES, 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, v.38, n.10, p.1139-1148, 2003.

BRADY, C.J.; O'CONNELL, P.B.H. On the significance of increased protein synthesis in ripening banana fruits. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v.3, n.3, p.301-310, 1976.

CRISOSTO, C.H. Stone fruit maturity indices: a descriptive review. **Postharvest News and Information**, Wallingford, v.5, n.6, p.65N-68N, 1994.

CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; CRISOSTO, G.M.; Bowerman, E. Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.34, n.3, p.237-244, 2004.

ERTEKIN, C.; GOZLEKCI, S.; KABAS, O.; SONMEZ, S.; AKINCI, I. Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. **Journal of Food Engineering**, Kidlington, v.75, n.4, p.508-514, 2006.

MENNITI, A.M.; GREGORI, R.; DONATI, I. 1-Methylcyclopropene retards postharvest softening of plums. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.31, n.3, p.269-275, 2004.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Dirección de Política Sectorial-Grupo Sistemas de Información. Evaluaciones Agropecuarias URPAS- UMATAS. Bogotá, DC. 2006.

MOHSENNIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Science Publisher, 1986. v.1, 734 p.

PARRA, A. **Diseño de una metodología para la determinación de las características físicas y fisiológicas necesarias para el adecuado manejo cosecha y poscosecha de pera en el municipio de Nuevo Colón (Boyacá)**. 1997. Disertación (Maestría en Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible) - Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 1997.

PARRA, A.; HERNÁNDEZ, J.E. **Fisiología poscosecha de frutas y hortalizas**. 3rd ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2001. 64 p.

SLAUGHTER, D.C.; THOMPSON, J.F.; TAN, E.S. Nondestructive determination of total and soluble solids in fresh prune using near infrared spectroscopy. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.28, p.3, p.437-444, 2003.

SPSS. **SPSS statistical software**. Version 12.0. Illinois, 2003.

TERUEL, B.; KIECKBUSCH, T.; CORTEZ, L. Cooling parameters for fruits and vegetables of different sizes in a hydrocooling system. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, no.6, p.655-658, 2004.

VALERO, D.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; VALVERDE, J.M.; GUILLÉN, F.; SERRANO, M. Quality improvement and extension of shelf life by 1-methylcyclopropene in plum as affected by ripening stage at harvest. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Amsterdam, v.4, p.339-348, 2003.