

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE CIRUELAS MEXICANA (*Spondias purpurea*) EN GUERRERO

Gloria Alicia Pérez-Arias^{1*}, Irán Alia-Tejacal¹, María Andrade-Rodríguez¹,
Víctor López-Martínez¹, Artemio Pérez-Lopez², Rafael Ariza-Flores³,
Otero Sánchez Marco-Antonio⁴, Juan Manuel Villarreal-Fuentes⁵

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Cuernavaca, Morelos. CP 62209. Correo-e: yoyaly@hotmail.com

²Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. C.P. 56230. Carr. México- Texcoco Km. 38.5, Texcoco, Estado de México.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Av. Rufo Figueroa S/N, Col. Burócratas, Chilpancingo, Guerrero. CP 39090.

⁴Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Av Vicente Guerrero Núm. 81, Col. Centro, Iguala, Guerrero. C.P. 40000.

⁵Facultad de Ciencias Agrícolas Campus IV. Universidad Autónoma de Chiapas. Entronque Carr. Costera y Estación Huehuetán, Huehuetán, Chiapas.

*Autor para correspondencia.

RESUMEN

Se colectaron doce ecotipos de ciruela mexicana (*Spondias purpurea*) en mercados de Chilpancingo e Iguala Guerrero, durante mayo y junio de 2008. Se evaluaron variables morfológicas, físicas y químicas durante la madurez de consumo. Se encontró variación en las dimensiones del fruto y endocarpio, el diámetro polar varió entre 25.5 y 41.5 mm y el diámetro ecuatorial entre 21.8 y 36.5 mm, los frutos de dimensiones mayores fueron 'China Ig y 'China Ch'. Los frutos presentaron dos formas

redonda y elipsoide (relación diámetro polar ecuatorial de 1.0 y 1.2). El peso del fruto varió entre 7.2 y 33.0 g, el peso del endocarpio entre 0.9 y 3.8 g, mientras que el peso del epicarpio fue entre 0.21 y 3.14 g. La firmeza del fruto varió entre 1.2 y 3.4 N. Los ecotipos mostraron colores rojo, naranja y amarillos (matiz entre 22.2 y 91.7), existieron diferencias en la luminosidad y cromaticidad de los colores. El contenido de sólidos solubles totales en los ecotipos evaluados fue de 12.47 a 17.43 °Brix. Los resultados del trabajo sugieren que el estado de Guerrero cuenta con ecotipos de ciruela mexicana con morfológicas, características físicas y fisiológicas potenciales para iniciar programas de mejoramiento genético y para desarrollar programas de caracterización y conservación.

Recibido: 15/06/2008; Aceptado: 26/09/2008.

Palabras clave: ciruela mexicana, sólidos soluble totales, matiz, dimensiones, caracterización.

ABSTRACT

Twelve ecotypes of Red Mombin (*Spondias purpurea*) in markets of Chilpancingo and Iguala, Guerrero were collected, during May and June of 2008. Morphologic, physical and chemical characteristics were evaluated in fruits during the ripening stage. We found variation in the dimensions of the fruit and endocarp, the dimensions of the fruit varied between 25.5 and 41.5 mm of polar diameter and between 21.8 and 36.5 mm of equatorial diameter. 'China Ig' and 'China Ch' were the ecotypes of highest dimensions. The fruits had round form and ellipsoid (relation diameter polar/diameter equatorial = 1.0 and 1.2). The weight of the fruit varied between 7.2 and 33.0 g, the weight of endocarp varied between 0.9 and 3.8 g, whereas the weight of epicarp was between 0.21 and 3.14 g. The firmness varied between 1.2 and 3.4 N. Ecotypes showed red, orange and yellow colors (hue between 22.2 and 91.7), existed differences in the luminosity and chrome of fruits. The values of total soluble solids were between 12.47 and 17.43 °Brix. The results of the work suggest that Guerrero state has ecotypes of Red Mombin with physical, physiological and morphologic characteristics which are potentials to initiate programs of genetic improvement and to develop programs of characterization and conservation.

Key words: Red Mombin, total soluble solids, hue, dimensions, characterization.

INTRODUCCIÓN

La ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) es un fruto que pertenece a la familia Anacardiaceae, es popular en los trópicos Americanos (Morton, 1987), se considera nativa del sur de México y Centroamérica (Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador) y se distribuye hasta Perú y Brasil (Avitia *et al.*, 2000), es un ejemplo de gran número de especies que son utilizadas como productos de recolección, siendo ampliamente

consumida por las poblaciones que habitan las regiones próximas a la zona de producción (Zavaleta *et al.*, 1998). Es considerada como un frutal con alto potencial por su bajo costo de producción, debido a que crece en forma espontánea y se adapta a lugares con suelos pobres y delgados donde no se establecen otros cultivos, además, posee alta resistencia a la sequía (Cuevas-Sánchez, 1992) por su mecanismo de defoliación el cual le augura un futuro prometedor a quienes lleguen a depender de la explotación de éste cultivo (Martínez, 2001). A pesar de esto, en gran parte del país no tiene mucha importancia económica, y aunque existen pequeñas huertas comerciales, es poca la atención que recibe por parte de productores y técnicos (Olmedo, 1993).

Los frutos pueden emplearse para su consumo en fresco y para la elaboración de nieves, salsas, postres, mermeladas, deshidratados, confituras, licores y aguas (Martínez, 2001); rara vez se comercializan a mercados distantes por su alta perecibilidad; según Alves *et al.* (2000) y Pérez *et al.* (2005) su periodo de vida poscosecha es de 1 a 3 d a temperatura ambiente. No obstante, pocos son los esfuerzos realizados por racionalizar el cultivo de este frutal asimismo, la mayor parte de la fruta proviene de árboles nativos y plantas dispersas en pocas ocasiones se localizan poblaciones o huertas compactas. En México, las poblaciones naturales de esta especie crecen desde Sinaloa y Jalisco y desde el nivel del mar hasta los 2000 m de altitud (Cuevas-Sánchez, 1992). Este frutal se encuentra distribuido en 21 entidades federativas, destacando Chiapas, Puebla, Sinaloa, Jalisco, Guerrero, Veracruz y Nayarit; y ocupa una superficie sembrada de 11 870 ha, con un volumen de producción de 59 586 toneladas, con un rendimiento promedio nacional de 5.137 toneladas por ha⁻¹ (Anónimo, 2006).

Los aspectos más estudiados en ésta especie se han enfocado a trabajos sobre poscosecha y calidad del fruto

(Zavaleta *et al.*, 1998; Sousa *et al.*, 1998; Silva *et al.*, 2001; Alves *et al.*, 2000; Figueiras *et al.*, 2001); estudios geográficos (Miller y Schaal, 2005); en México se han realizado trabajos relacionados con caracterización y distribución, producción forzada, manejo agronómico y poscosecha en los estados de Morelos (Olmedo, 1993), Puebla (Martínez-Bravo, 1988; Martínez-Leal, 1988; Martínez, 1989), Chiapas (Martínez y Peña, 1997), Veracruz (Martínez, 2001), Oaxaca (Pérez *et al.*, 2004). Avitia *et al.* (2000) mencionan de la importancia de este recurso genético, y de la escasa investigación en México en torno a su diversidad genética y manejo agronómico. En el estado de Guerrero se cuenta con áreas de producción de ciruela mexicana, pero poco se conoce de las características físicas, químicas y morfológicas del fruto; así este es un acercamiento inicial al estudio de esta especie tropical con potencial frutícola y que como recurso fitogenético del país es necesario conocer, conservar y proteger.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron colectas de frutos de 12 ecotipos de ciruela mexicana en mercados del estado de Guerrero (Iguala y Chilpancingo), durante mayo y junio del 2008 (Cuadro 1 y Figura 1). Se colectó aproximadamente un kilogramo de fruta de cada ecotipo. En un lapso de 24 h, los frutos se transportaron al Laboratorio de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, donde fueron seleccionados para su evaluación. En cada muestra se evaluaron 30 frutos considerando aquellos que no presentaran daños mecánicos y presencia de patógenos. En dos ecotipos colectados se detectaron diferencias en la etapa de madurez y se evaluaron considerando esta condición del fruto (Cuadro 1).

En cada fruto se evaluó su longitud (mm), diámetro (mm), relación

longitud/diámetro, así como longitud y diámetro del endocarpio, peso de fruto, epicarpio y endocarpio (g), estos últimos se dejaron un día a temperatura ambiente antes de la evaluación. Los sólidos solubles totales (°Brix) se determinaron al colocar una gota del fruto en un refractómetro digital Atago® (Mod. PAL-1) y la firmeza (N) se determinó en dos puntos opuestos en la mitad ecuatorial del fruto con un Texturómetro (Chatillon®). Se determinaron los componentes de color del epicarpio, brillantez o luz reflejada (L) (0=negro puro, 100=blanco puro), ángulo matiz (H) (0=rojo puro, 90=amarillo puro) y cromaticidad (C intensidad desde el gris hacia el color cromático puro) con un espectrofotómetro portátil (X-rite Mod. 3290), esta medición se evaluó en dos partes opuestas de la parte ecuatorial del fruto.

La información obtenida fue sometida a un análisis de varianzas y comparaciones de medias (Diferencia Mínima Significativa) para poder detectar diferencias significativas entre las colectas de ciruela. También se realizó un análisis de correlación entre las diferentes variables estudiadas. Los datos se procesaron mediante el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS), versión 6.12 (SAS Institute Inc., 1999); se utilizaron los procedimientos GLM y CORR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dimensiones de fruto y endocarpio.

En general se encontró el siguiente gradiente en las dimensiones del fruto: 'China Ig y Ch' > 'Mulata' > 'Conservera' > 'Amarilla dulce y agria' > 'Uva' > 'Tonayatzin' > 'Roja dulce o agria' > 'del campo' (Cuadro 2). Los frutos de mayores dimensiones fueron los denominados 'China Ch' y 'China Ig' con valores superiores a 41 mm de diámetro polar y mayores de 35 mm en el diámetro ecuatorial (Cuadro 2), similar comportamiento se observó en las dimensiones del endocarpio.

Cuadro 1. Nombre común y localidad de colecta de frutos de ciruela mexicana en Guerrero.

Nombre común	Estado de madurez	Localidad de colecta
'Roja dulce'	Madura	Chilpancingo
'Tonayatzin'	Madura	Chilpancingo
'Uva'	Madura	Chilpancingo
'China Ch'	Madura	Chilpancingo
'Roja dulce'	Madura	Iguala
'Amarilla dulce'	$\frac{3}{4}$ de madurez y madura	Iguala
'Mulata'	madura	Iguala
'Roja agria'	Madura	Iguala
'China Ig'	Madura	Iguala
'Amarilla agria'	Madura	Iguala
'Conservera'	Madura	Iguala
'del Campo'	$\frac{3}{4}$ de madurez y madura	Iguala

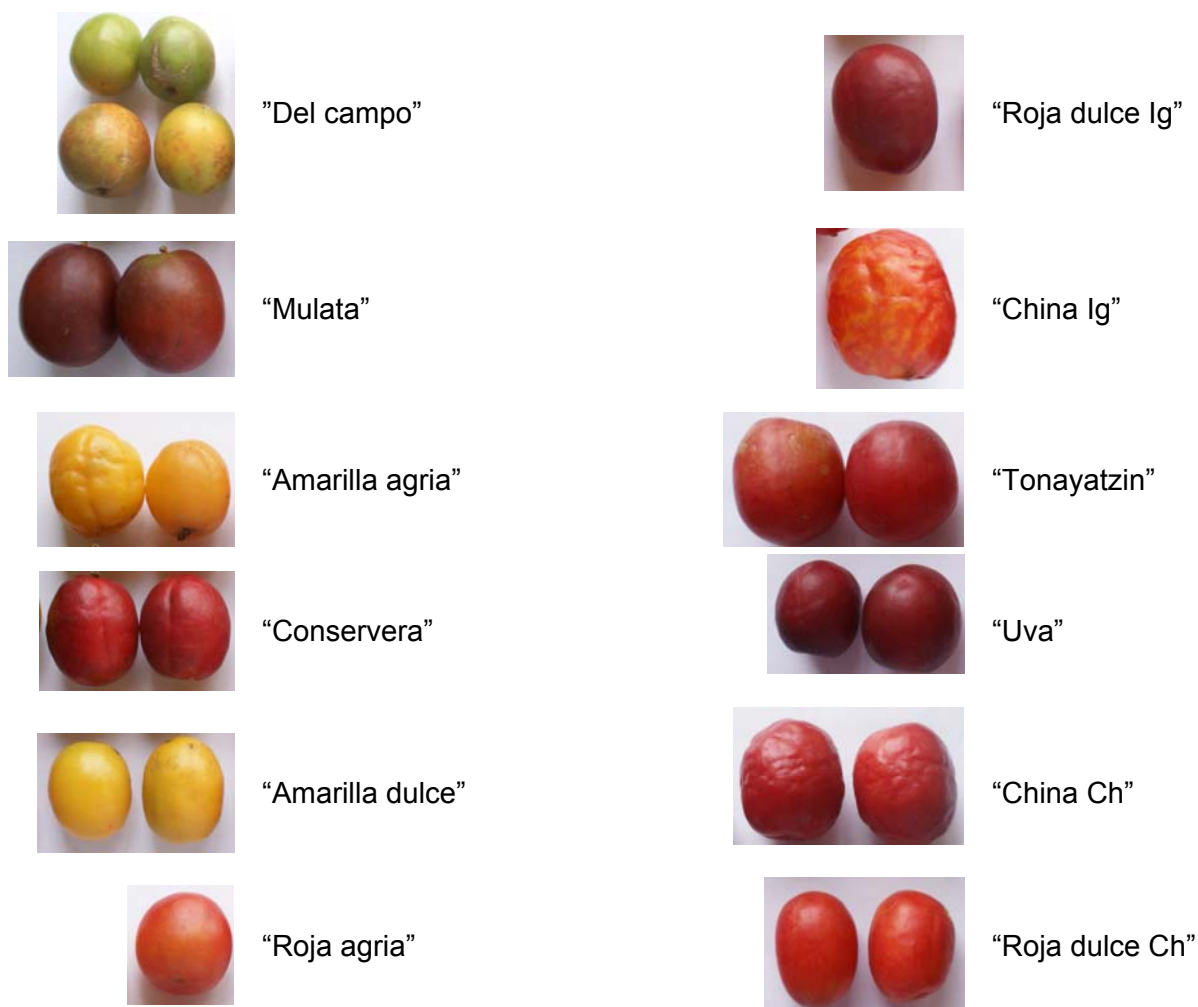


Figura 1. Ecotipos evaluados de ciruela mexicana (*Spondias purpurea*) en Guerrero, México.

Los ecotipos denominados 'del campo' y 'Roja dulce Ch' son los que tuvieron los valores menores en las dimensiones del fruto (Cuadro 2). Olmedo (1993) al estudiar frutos de ciruela mexicana en el estado de Morelos, determinó que las frutas tenían diámetros polares desde 24 hasta 47 mm y diámetros ecuatoriales desde 19 hasta 36 mm, teniendo colectas de ecotipos silvestres y cultivados. En el presente trabajo los ecotipos evaluados fueron obtenidos de mercados locales lo que significa que son frutos apreciados regionalmente. El ecotipo denominado ciruela 'conservera' es muy similar a lo reportado por Olmedo (1993).

La proporción diámetro polar y ecuatorial, distinguió frutos de 1.0 y 1.2, lo que indica frutos redondos y elipsoides. Un ecotipo fue redondo ('Tonayatzin') y los ecotipos restantes fueron elipsoides. Olmedo (1993) determinó valores entre 1.0 y 1.3 en ecotipos evaluados en Morelos. Avitia *et al.* (2000) indica que los frutos de ciruela mexicana son oblongos, elipsoidales u obovoides, lo que concuerda con lo encontrado en el presente trabajo. La forma del fruto es una característica en la definición de la calidad de las frutas, así mismo es un parámetro importante a considerar en las preferencias del consumidor y para los tipos de empaques a utilizar.

Cuadro 2. Características morfológicas de 12 colectas de ciruela mexicana en Guerrero.

Colecta	Diámetro polar del fruto (mm)	Diámetro ecuatorial del fruto (mm)	Diámetro polar de la semilla (mm)	Diámetro ecuatorial de la semilla (mm)
'Roja dulce Ch'	27.31 f	21.79 i	19.38 e	11.33 defg
'Roja dulce lg'	27.70 f	22.39 hi	18.06 fg	10.44 h
'Roja agria'	27.28 e	24.28 ef	17.47 fg	11.90 d
'Tonayatzin'	27.18 f	24.55 de	18.34 f	12.70 c
'Uva'	27.31 f	25.34 d	17.26 g	12.0 d
'Conservera'	33.04 c	26.70 c	21.13 d	11.13 efg
'Mulata'	36.56 b	30.17 b	22.65 c	12.90 c
'Amarilla dulce' madura	28.33 ef	22.77 gh	17.87 fg	10.75 gh
'Amarilla dulce' ¾ de madurez	29.30 e	23.40 fg	17.52 fg	10.83fgh
'Amarilla agria'	31.28 d	26.96 c	20.75 d	13.85 b
'China lg'	41.49 a	36.57 a	25.87 a	17.07 a
'China Ch'	41.13 a	35.85 a	24.76 b	16.83 a
'del Campo' ¾ de madurez	24.74 g	21.79 i	17.32 fg	11.51df
'del Campo' madura	25.54 g	22.91 gh	17.35 fg	11.62 de
C.V. (%)	6.80	5.76	8.37	8.73

^z: Letras iguales dentro de las columnas indican similitud estadísticas de acuerdo a la prueba de la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha \leq 0.05$). C.V.: Coeficiente de Variación

Peso de las estructuras del fruto y firmeza.

El ecotipo 'China Ch' fue el de mayor peso, mientras que el ecotipo 'del campo' mostro el valor menor (Cuadro 3). La diferencia entre los ecotipos de peso extremos es de 25 g. Nava Kuri y Uscanga (1979) trabajando con doce tipos de ciruela mexicana provenientes en el estado de Veracruz encontraron ecotipos desde 8.7 hasta 37 g, en el presente trabajo los ecotipos de peso mayor fueron de 33 g. Lo anterior pone de manifiesto la gran variación del recurso fitogenético, que es necesario conocer, caracterizar, conservar y utilizar. Es necesario considerar las características de calidad del fruto. Avitia *et al.* (2000) indica que hay 4 tipos de ciruelas: silvestres (2-3 g), de estación seca (8-14 g), de estación húmeda (8-12 g) e intermedio (4-7 g). Los resultados aquí mostrados indican que se colectaron y evaluaron ecotipos silvestres y de estación seca.

Los frutos con mayor peso tuvieron los valores mayores en peso del endocarpio y epicarpio (Cuadro 3). El porcentaje de pulpa varió entre 69 y 88.6 %, el endocarpio entre 7.9 y 13.2 y la epicarpio entre 2.4 y 26.6 %. Filgueras *et al.* (2001) al evaluar *Spondias purpurea* en tres estados de madurez determinando porcentajes de pulpa, epidermis y endocarpio entre 67.7 y 70.2 %, 12.72 y 15.28 y 15.61 y 17.94, respectivamente. Nava Kuri y Uscanga (1979) determinaron porcentajes de pulpa de 86 % en un tipo denominado selección amarilla corriente. Los ecotipos 'Uva', 'Tonayatzin' y 'China Ch' tuvieron las mayores proporciones de pulpa, mientras que 'Conservera' y 'del campo' mostraron los valores menores. Comportamiento similar se observó en las proporciones del endocarpio. El tipo 'conservera' fue la que mayor proporción de epicarpio mostró con 16 %. Estas características son importantes de considerar para los programas de mejoramiento genético y el manejo poscosecha. En general, los ecotipos con mayor proporción de pulpa son deseables

tanto para consumo en fresco como para su industrialización. La firmeza del fruto varió entre 1.23 hasta 3.42 N, los ecotipos con mayor firmeza fueron aquellos que tuvieron mayor peso de la epicarpio ($r= 0.35^{**}$); lo que confirma que son características del fruto importantes para considerar en la selección de tipos promisorios para su explotación comercial.

El color de los frutos varió entre colores rojos (matiz entre 22.2 y 33.7), naranjas (58.9) y amarillos (matiz entre 73 y 91.7) (Cuadro 3). Los frutos de 'Amarilla dulce' fueron los que mostraron mayor pureza y luminosidad del color mientras los del ecotipo 'Uva' fueron de valores menores en cromaticidad y luminosidad. Las diferencias en los parámetros de color indican que puede ser un caracter que ayude a diferenciar ecotipos para su caracterización, selección y mejoramiento. Olmedo (1993) al evaluar 73 ecotipos de ciruela mexicana describió colores como: amarillo, rojo-amarillo, rojo cobrizo, rojo oscuro, rojo intenso, amarillo-rojizo y verde amarillo, esto indica una gran variación en la descripción de este parámetro, por lo cual es recomendable utilizar instrumentos objetivos para su evaluación.

Una característica importante de la ciruela mexicana es el contenido de sólidos solubles, en los ecotipos evaluados se cuantificaron valores entre 12.47 y 17.43 °Brix; donde los ecotipos con mayores concentraciones fueron 'Amarilla dulce' y 'Conservera', mientras que 'Amarilla agria', 'Tonayatzin' y 'Uva' fueron los de menor concentración de sólidos solubles (Cuadro 4). Martínez (2001) encontró valores entre 15.3 y 17.3 °Brix en ecotipos de *Spondias purpurea* cv. 'Roja' en Veracruz. Por otra parte, Nava Kuri y Uscanga (1979) determinaron valores hasta de 18 °Brix en ecotipos de Veracruz. Los usos que se puede dar a la ciruela mexicana, puede ser consumo en fresco (como fruta o para la preparación de salsas), conservas o deshidratados y esto depende de las características químicas del fruto y estado

de madurez. Así, los ecotipos 'del campo', 'amarilla agria' y 'dulce agria' son utilizadas para salsas.

La literatura reporta que el fruto de ciruela es climatérico (Pereira *et al.*, 2000), sin embargo recientemente Pérez *et al.* (2004) indica que es un fruto no climatérico. En el presente estudio se encontraron dos ecotipos con diferente grado de madurez: 'amarilla dulce' y 'del campo', observándose diferencias en el contenido de sólidos solubles y color principalmente (Cuadro 4), por lo que pudiera considerarse como un fruto climatérico, sin embargo es necesario realizar más estudios para determinar si esto es correcto.

CONCLUSIONES

El estado de Guerrero cuenta con ecotipos de ciruela mexicana con

características físicas, fisiológicas y morfológicas potenciales para iniciar programas de mejoramiento genético y para desarrollar programas de caracterización y conservación. El resultado de la caracterización de estos frutos permitirá realizar estudios mas detallados sobre su comportamiento en postcosecha y de la misma manera permitirá buscar alternativas de conservación como producto fresco o explorar alternativas de su industrialización.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al SNI (34250) y al Proyecto de Consolidación del Cuerpo Académico de Producción Agrícola 2007 (UAEM CA-74).

Cuadro 3. Características morfológicas de 12 colectas de ciruela mexicana en Guerrero.

Colecta	Peso del fruto (g)	Peso del endocarpio (g)	Peso de la epidermis del fruto (g)	Firmeza (N)
'Roja dulce Ch'	8.18 hi	0.93 fg	0.21 h	1.52 ed
'Roja dulce Ig'	8.57 ghi	0.84 g	0.21 h	1.59 cde
'Roja agria'	10.13 efg	1.02 efg	0.53 de	1.62 cde
'Tonayatzin'	10.24 ef	0.90 g	0.26 gh	1.40 e
'Uva'	11.10 e	0.88 g	0.39 efgh	1.23 e
'Conservera'	13.38 d	1.79 d	2.23 b	2.13 bc
'Mulata'	20.78 c	2.02 c	0.64 d	1.80 bcde
'Amarilla dulce' madura	9.32 gh	0.95 fg	0.29 fgh	1.66 cde
'Amarilla dulce' ¾ de madurez	9.49 efg	0.89 g	0.29 fgh	2.12 bcd
'Amarilla agria'	13.71 d	1.75 d	0.49 def	2.38 b
'China Ig'	33.07 a	3.86 a	3.14 a	3.42 a
'China Ch'	30.96 b	2.80 b	0.96 c	1.52 de
'del Campo' ¾ de madurez	7.22 i	1.10 ef	0.45 defg	2.36 b
'del Campo' madura	8.65 fghi	1.20 e	0.27 fgh	1.38 e
CV (%)	18.90	20.63	47.05	51.41

^z: Letras iguales dentro de las columnas indican similitud estadísticas de acuerdo a la prueba de la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha \leq 0.05$). C.V.: Coeficiente de Variación.

Cuadro 4. Características físicas y químicas de 14 colectas de ciruela mexicana en Guerrero.

Colecta	Luminosidad	Cromaticidad	Matiz	Sólidos solubles totales (°Brix)
'Roja dulce Ch'	44.04 d	44.36 a	32.44 e	14.92 c
'Roja dulce Ig'	47.09 c	37.79 b	58.93 c	14.96 c
'Tonayatzin'	35.68 f	29.72 de	25.01 f	12.61 ef
'Uva'	30.21 g	23.54 f	23.43 f	13.34de
'Conservera'	34.55 f	31.97 cd	22.40 f	16.74 ab
'Mulata'	34.76 f	20.93 f	31.91 e	12.47 f
'Amarilla dulce' madura	56.18 a	45.35 a	73.02 b	17.43 a
'Amarilla dulce' ¾ de madurez	58.15 a	43.82 a	76.51 b	16.54 b
'Amarilla agria'	33.96 f	27.31 e	22.89 f	15.50 c
'China Ig'	40.80 e	38.11 b	33.78 de	13.88 d
'China Ch'	34.79 f	32.96 c	22.20 f	13.65 d
'del Campo' ¾ de madurez	52.49 b	31.90 cd	91.69 a	13.71 d
'del Campo' madura	50.27 b	31.92 cd	76.38 b	16.48 b
CV (%)	8.48	13.87	16.94	8.82

^z: Letras iguales dentro de las columnas indican similitud estadísticas de acuerdo a la prueba de la Diferencia Mínima Significativa ($\alpha \leq 0.05$). C.V.: Coeficiente de Variación.

LITERATURA CITADA

- Alves, R. E., Filgueiras, H.A.C., Batista, J.L., Sobrinho, R. B., Mosca J.L. 2000. Perspectivas del uso de tratamientos físicos cuarentenarios en frutos tropicales exóticos. In: 2° Congr. Iberoamericano Tecnol. Postcosecha y Agroexportaciones. C. Saucedo, F. Villamizar, R.S. Báez, (eds). Julio 16-19, Santa Fé de Bogotá, Colombia. pp: 21-26.
- Anónimo, 2006. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. SIAP-SAGARPA. Perennes. Tomo III. pp:68-69.
- Avitia, G. E., Castillo-González, A. M., Pimienta-Barrios, E. 2000. Ciruela mexicana y otras especies del género *Spondias* L. Universidad Autónoma Chapingo. México. 75 p.
- Cuevas-Sánchez, J. A. 1992. Jocote, ciruelo (*Spondias purpurea* L.). Pp. 109-113. In: Cultivos Marginados. Otra perspectiva de 1492. H.J.E. Bermejo y León (eds.). Colección FAO: Producción y protección Vegetal No.26, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Filgueiras, H. A. C., Alves, R. E., Moura, C. F. H., Oliveira, A. C., Araújo, C. C. 1998. Calidad de frutas nativas de Latinoamérica para industria: ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 43:68-71.
- Martínez, C. L., Peña, L. S. 1997. Evaluación de un defoliante y dos promotores de la brotación para la producción forzada de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) en Chiapa de Corzo, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. 72 p.

- Martínez, L. C. 2001. Producción de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 71 p.
- Martínez-Bravo, A. 1988. Efecto de defoliantes en la producción temprana de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) en San Bernardo Acatlán, Puebla. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. México. 114 p.
- Martínez-Leal, G. C. 1988. Problemática y programación de la asistencia técnica en el cultivo de la ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) en el municipio de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. México. 200 p.
- Martínez, B. A., G. Almaguer V. 1989. Efectos de defoliantes en la producción temprana de ciruela Mexicana (*Spondias purpurea* L.) en san Bernardo, Acatlan, Puebla. Revista Chapingo 63: 44-47.
- Miller, A. y Schaal, B. 2005. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. Proc. Nat. Acad. Sci. 102:12801-12806.
- Morton, J. F. 1987. Fruits of Warm Climates. Published by Julia F. Morton. Printed by Media, Incorporated Miami, Florida, USA. 505 p.
- Nava-Kuri, G. G., Uscanga, U. B. 1979. Estudio físico químico de doce tipos de ciruela (*Spondias* sp.) en el estado de Veracruz. Prc. Trop. Region A.S.H.S. 23: 132-136.
- Olmedo, V. V. M. 1993. Caracterización y distribución del germoplasma de ciruela mexicana (*Spondias* spp.) en el estado de Morelos. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. México. 76 p.
- Pereira, M.E.C., H.A.C. Filgueiras, R. E. Alvez. 2000. Actividad respiratoria y producción de etileno poscosecha de ciruela mexicana y jobo. Rev. Iberoamer. Tecnol. Poscosecha 2: 155-160.
- Pérez, L. A., Saucedo, V. C., Arévalo, G. M. L., Muratalla, L. A. 2004. Efecto del grado de madurez en la calidad y vida poscosecha de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). Revista Fitotecnia Mexicana 27: 133-139.
- SAS Institute Inc. 1999. The SAS system. Version eight for windows. Cary N.C., USA.
- Silva, M.S., Martins, L.P., Alves, R. E., Filgueiras, H.A.C. 2001. Carbohydrate-related Changes in Red Mombin (*Spondias purpurea* L.) Fruit. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 45:38-41.
- Sousa, R.P., Filgueiras, H. A. C., Alves, R. E., Costa, J. T. A., Oliveira, A. C. 1998. Identification of the Optimum Harvest Stage for Red Mombin (*Spondias purpurea* L.). Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 42:319-324.
- Zavaleta, R. G., Díaz-Pérez, J.C., Bautista, S. B., Aguilar B., Sebastián, V. E. 1998. Cambios fisicoquímicos en poscosecha de ciruela (*Spondias purpurea* L.) cosechada en diferentes estados de madurez. Resúmenes del Congreso Iberoamericano de Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones. p 24.