

Abscisión de frutos en ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) 'Cuernavaqueña'

Fruits abscission in 'Cuernavaqueña' Mexican plum (*Spondias purpurea* L.)

Juan Emilio Alvarez-Vargas¹, Iran Alia-Tejaca^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad núm. 1001, Col. Chamilpa, 62209, Cuernavaca, Morelos, México.

*Autor para correspondencia: iran.alia@uaem.mx

Fecha de recepción

29 de abril de 2019

Fecha de aceptación

4 de febrero de 2019

Disponible en línea

28 de febrero de 2020

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons



Reconocimiento-
NoComercial-CompartirIgual
4.0 Internacional

RESUMEN

Se estudió la abscisión natural de frutos de ciruela mexicana 'Cuernavaqueña' en Morelos, México. En 11 árboles de ciruela mexicana se marcaron cuatro ramas por árbol, una por cada punto cardinal; en ellas se contabilizó el número de frutos después del cuajado (marzo) hasta la cosecha (septiembre) y se calculó el porcentaje de frutos que permanecieron hasta esa fase. Adicionalmente, la precipitación, la temperatura promedio, mínima y máxima, así como la humedad relativa fueron registradas y se hicieron correlaciones simples con el porcentaje de frutos en abscisión. La abscisión de frutos se presentó de junio a septiembre, y el porcentaje alcanzado fue de entre 20 y 60. Los frutos de la posición este se mantuvieron cercanos a 80% a la cosecha. El porcentaje de frutos en las ramas se asoció negativamente con la precipitación (entre $r = -0.72^*$ y -0.88^{**}) y la humedad relativa ($r = -0.76$ y -0.97^{***}), y positivamente con la temperatura promedio máxima ($r = 0.74^{**}$ y 0.83^{**}). La mayor caída de frutos coincidió con la etapa final de desarrollo, lo cual sugiere que parte de la abscisión se atribuye a competencia entre los mismos. Además, una mayor precipitación durante los meses de septiembre y octubre se asoció a un aumento en la caída de frutos.

PALABRAS CLAVE

cuajado de frutos, abscisión, desarrollo, fruto.

ABSTRACT

Natural abscission of Mexican plum 'Cuernavaqueña' fruits was studied in Morelos, Mexico. In 11 Mexican plum trees, four branches were marked, one for each cardinal point. Total fruit number was counted since fruit set (March) to harvest (September), and the percentage of fruits remained until harvest was calculated. Additionally, precipitation average, minimum and maximum temperatures, and relative humidity were recorded, and simple correlations were made with percentage fruits in abscission. Abscission fruits appeared from June to September, reaching between 20 and 60 %. Fruits in east position remained attached in 80 % until harvest. Percentage of fruits in branches was negatively associated with precipitation (between $r = -0.72^*$ and -0.88^{**}) and relative humidity ($r = -0.76$ and -0.97^{***}), and positively with maximum average temperature ($r = 0.74^{**}$ and 0.83^{**}). Biggest fruit drops coincided with the final fruit development stage, which suggests that part of fruit abscission is attributed to competition between them. Moreover, higher rainfall during September to October was associated with greater fruits fall.

KEYWORDS

fruit set, abscission, development, fruit.

INTRODUCCIÓN

La ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) se considera nativa del sur de México y Centroamérica. Es una especie componente del estrato dominante de la selva baja caducifolia que se desarrolla en una gran variedad de suelos, desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm (Avitia et al. 2003), y se distribuye desde la costa de Sonora, México, hasta Colombia, Brasil y Perú (Avitia et al. 2003).

El fruto es una drupa oblonga, redonda u ovoide, con tamaño que varía entre los 15 y los 50 mm, una masa variable entre 4-43 g, y de colores diversos (amarillo, rojo, anaranjado, morado) (Morton 1987). El endocarpio es grueso y fibroso y tiene mesocarpio de sabor y aroma agradables (Morton 1987). Los frutos son ricos en minerales como el fósforo y el hierro, así como en vitaminas del complejo B, por lo que se considera con gran potencial económico, ya que puede ser materia prima para la industria de la refresquería, confituras y frutos deshidratados (Kozioł y Macia 1998).

La ciruela mexicana es un frutal con potencial alto de comercialización, debido a su bajo costo de producción, pues crece en forma espontánea y se adapta a suelos pobres y delgados donde no se establecen otros cultivos; además, posee resistencia a la sequía por su mecanismo de defoliación durante la época de estiaje. Es una especie frutal estratégica para la agricultura en algunas regiones de México, en cuyo periodo seco del año (primavera) no se producen otros frutales, por lo que alcanza precios relativamente altos (Ramírez et al. 2008).

La ciruela mexicana se clasifica en tres tipos de acuerdo con la época de fructificación: 1) estación seca (febrero a mayo); 2) estación húmeda (septiembre a diciembre) y 3) estación intermedia (junio a julio) (Avitia et al. 2003; Alvarez-Vargas et al. 2017). Entre las variantes que se aprovechan en México, se han descrito alrededor de 100 colectas de material vegetal en Veracruz (Cruz et al. 2012), Tabasco (Vargas-Simón et al. 2011), Yucatán (Ruenes-Morales et al. 2010), Jalisco (Ramírez et al. 2008), Morelos y Guerrero (Alia-Tejagal et al. 2012; Cruz et al. 2012).

En Morelos, existen áreas donde la ciruela mexicana crece de forma silvestre, fomentada o de manera comercial (Alia-Tejagal et al. 2012). En la zona norte de la entidad se desarrollan ciruelas de estación húmeda, que florecen de enero a marzo y se cosechan entre septiembre y noviembre, con las siguientes características: el fruto es una drupa irregularmente ovalada, lisa, brillante, de color rojizo amarillenta

y de sabor agridulce (Dorado et al. 2012), la cual se conoce regionalmente como 'Cuernavaqueña'. El fruto se consume en fresco, debido a sus características organolépticas, y se considera con potencial para expandir su comercialización.

Actualmente no existen estudios sobre la abscisión de los frutos de ciruela mexicana después del cuajado. La dinámica de abscisión es información básica e importante, así como útil para desarrollar estrategias de planeación y ejecución de las prácticas de manejo de los huertos, como podas, fertilización, riegos, aplicación de reguladores de crecimiento, entre otras actividades enfocadas a disminuir este fenómeno y mejorar la calidad final del fruto (Opara 2000). Así, el objetivo del presente estudio fue determinar la dinámica de abscisión de frutos de ciruela mexicana 'Cuernavaqueña' en dependencia de la posición cardinal en el árbol, y definir si algunas condiciones ambientales afectan este proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo de febrero a octubre de 2018, en una huerta con producción de ciruela mexicana 'Cuernavaqueña' de ocho años de edad, localizada en Zacualpan de Amilpas, Morelos (18° 47' 48.25" N, 98° 46' 43.26" O, y 1653 msnm). Los árboles estaban establecidos a 6 x 4 m y se seleccionaron 11 con un diámetro de 50 ± 15 cm, a 1.5 m de altura. En cada árbol se seleccionaron cuatro ramas, una por cada punto cardinal, con frutos cuajados de aproximadamente 3 mm de diámetro. En cada rama se marcaron secciones de 50 cm de longitud y ahí se determinó el número de frutos cuajados, a los cuales se les dio un seguimiento cada 15 días. Durante este periodo se registraron la precipitación (mm), las temperaturas máximas, mínimas y su promedio mensual, así como la humedad relativa mensual, con apoyo de una estación meteorológica.

Los datos del porcentaje de frutos que permanecían en el árbol fueron graficados, considerando el promedio por punto cardinal y su error estándar. Las gráficas se hicieron con el programa estadístico SigmaPlot V. 12 (Systat 2010). Los datos de las condiciones ambientales se presentan como promedios mensuales. Se realizaron correlaciones simples de Pearson entre el porcentaje de abscisión de frutos con las variables ambientales utilizando el procedimiento CORR, en el paquete estadístico SAS V. 9.0 (Castillo 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación en la zona fue escasa de febrero a abril (entre 0 y 6.2 mm mensuales); a partir de mayo se incrementó hasta 82.8 mm, y entre junio y octubre se mantuvo entre 105.8 y 298.8 mm, lo que se consideró el periodo de lluvias de la región (Cuadro 1). La temperatura promedio mensual fluctuó entre 19.9 y 24.8 °C. La temperatura máxima se presentó en abril (Cuadro 1); por su parte, en marzo se dio la mínima promedio de 2.3 °C, y en los demás meses se mantuvo entre 8.6 y 14.6 °C (Cuadro 1). Cruz et al.

la retención de frutos hasta la cosecha se mantuvo en cerca de 80%; no así en los del oeste, donde una abrupta caída (60%) fue cuantificada (Figura 1).

Los frutos del sur tuvieron abscisión constante desde julio hasta septiembre, para alcanzar 60% de abscisión (Figura 1). Por otra parte, los frutos del norte mostraron una disminución baja en junio de 10%; posteriormente, se mantuvo constante el número de fruto; sólo cercano a la cosecha hubo abscisión, la cual alcanzó cerca de 40% (Figura 1).

En plantas leñosas, la intensidad de la abscisión de frutos en desarrollo está ligada a los fenómenos de

Cuadro 1. Condiciones climatológicas durante el desarrollo de *Spondias purpurea* L., en el ciclo 2018, en Zacualpan de Amilpas, Morelos.

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura			Humedad relativa (%)
		Media	Mínima	Máxima	
Febrero	0	21.2	8.6	33.4	35.0
Marzo	6.2	20.7	2.3	33.5	32.9
Abril	1.8	24.8	14.3	36.3	30.0
Mayo	82.8	24.4	13.9	34.2	42.2
Junio	152.4	22.0	14.6	31.7	67.1
Julio	208.8	20.9	12.9	29.9	72.8
Agosto	124.4	20.5	13.0	29.7	75.9
Septiembre	298.8	19.6	13.9	28.9	85.9
Octubre	105.8	19.9	10.2	28.4	76.4

(2012) indican que *S. purpurea* se desarrolla en climas con una temperatura media mensual entre 20 y 29 °C, y con mínima extrema superior a 4 °C. Lo anterior sugiere que la variante estudiada se encuentra por debajo de los requerimientos promedio de *S. purpurea* (Alvarez-Vargas et al. 2019).

La humedad relativa máxima se presentó en la época de mayor precipitación, entre julio y octubre, donde se alcanzaron valores entre 72.8 y 85.9 % (Cuadro 1). Actualmente no se ha efectuado algún estudio para determinar la influencia de la humedad relativa en la fisiología del fruto y su calidad (Alvarez-Vargas et al. 2019).

Los frutos de las posiciones este y oeste mostraron abscisión a partir del mes de junio (10%); una segunda caída se observó en julio (10%), y posteriormente se detectó caída hasta septiembre (3%) (Figura 1); esto último sólo en los frutos de la posición del este, donde

competencia, principalmente por carbohidratos (Agustí 2004). En ciruela mexicana 'Cuernavaqueña' la emergencia de hojas ocurre entre abril y mayo, y el desarrollo de los frutos se da de abril a octubre (Alvarez-Vargas et al. 2019), fases donde probablemente existe competencia por carbohidratos entre los frutos. La caída se observó entre junio y septiembre, por lo que una competencia de carbohidratos entre los mismos frutos probablemente sea la razón principal para la abscisión. Laskowski (2006) determinó una estrecha relación entre la tasa de crecimiento de frutos de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Salustiana y su abscisión relativa. Este aspecto también se asocia en el presente trabajo, pues en los meses que van de agosto a octubre alcanzó su máximo peso fresco y, en particular, el mesocarpio y epicarpio, que representan 73% del peso fresco del fruto a la cosecha (Alvarez-Vargas et al. 2019).

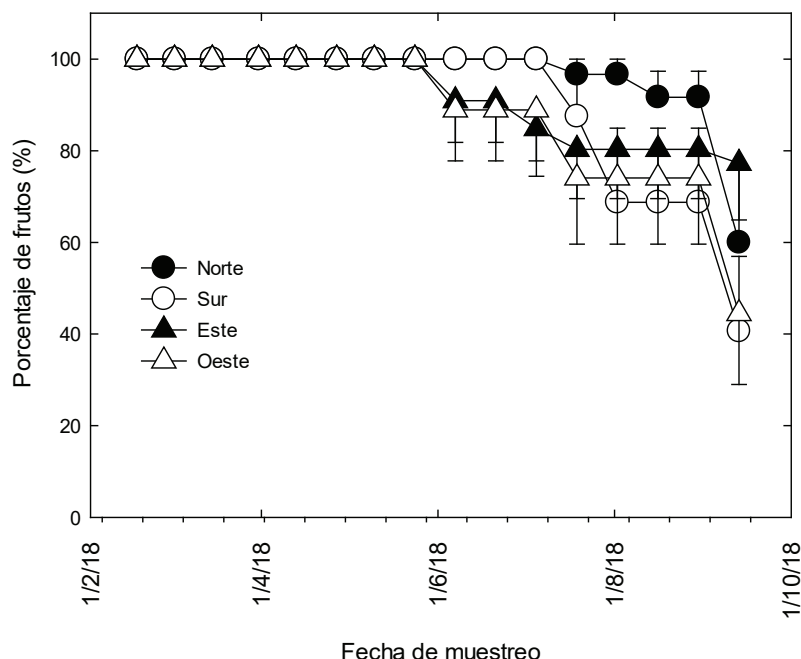


Figura 1. Porcentaje de abscisión de frutos de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) 'Cuernavaqueña'. Cada punto representa la media de 11 observaciones y su error estándar.

Las correlaciones simples indicaron asociación negativa entre las variables de precipitación vs porcentaje de abscisión, y la humedad relativa vs el porcentaje de abscisión, lo cual sugiere que, a mayor precipitación y humedad relativa, la abscisión de frutos fue mayor (Cuadro 2). En frutales, la escasez de agua detiene el crecimiento y desarrollo, mientras que el exceso de lluvia durante la floración, amarre o desarrollo de frutos es peligroso tanto para flores como para frutos recién amarrados (Fischer y Orduz-Rodríguez 2012). Por otra parte, la alta humedad relativa inhibe la transpiración, la cual aumenta la presión dentro del fruto y puede causar fractura del mismo (Fischer y Melgarejo 2014). Díaz et al. (2008) indican que en los meses de septiembre y octubre la precipitación en Zacualpan de Amilpas es de 200.2

y 67.2 mm, con promedio de 40 años (1961-2000). Esto indica que, en el año de estudio, en los meses de septiembre a octubre hubo 137.2 mm más de precipitación comparado con el promedio de 40 años reportado por Díaz et al. (2008) (Cuadro 2). Lo anterior, aunado a las relaciones de competencia por carbohidratos, afectó la abscisión de frutos en ciruela mexicana 'Cuernavaqueña'.

La temperatura máxima promedio se asoció positivamente con la mayor abscisión de frutos (Cuadro 2). Lo anterior es similar a lo reportado por Agustí (2004), quien indica que, en pomáceas y drupáceas, las temperaturas altas (>35 °C) en la fase inicial del desarrollo de durazno y la baja condición hídrica incrementan la abscisión de frutos.

Cuadro 2. Correlaciones simples entre el porcentaje de abscisión por punto cardinal de árboles de ciruela mexicana 'Cuernavaqueña' y las condiciones ambientales durante un ciclo de cultivo.

Variabes	Correlación	Variabes	Correlación
PP * Norte	-0.74*	Tmax * Oeste	0.83**
PP * Este	-0.88**	Tmax * Sur	0.74*
PP * Oeste	-0.88**	HR * Este	-0.97***
PP * Sur	-0.72*	HR * Oeste	-0.87**
Tmax * Este	0.93**	HR * Sur	-0.76*

*PP= precipitación; Tmax= Temperatura máxima; HR= Humedad relativa. *, **, ***: Significativo al 0.05, 0.01 y <0.0001.

CONCLUSIONES

La abscisión de frutos en ciruela mexicana 'Cuernaqueña' se dio entre mayo y septiembre, asociada a competencia por carbohidratos, así como a la alta precipitación y humedad relativa en el año de estudio. Los frutos ubicados en el punto cardinal este mostraron mayor retención (80%).

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece el apoyo por parte de SEP-PRODEP para la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Agustí M. 2004. Fruticultura. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Alia-Tejagal I, Maldonado-Astudillo YI, Núñez-Colín CA, Valdez-Aguilar LA, Bautista-Baños S, García-Vázquez E, Ariza-Flores R, Rivera-Cabrera F. 2012. Caracterización de frutos de ciruela Mexicana (*Spondias purpurea* L.) del sur de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35: 21-26.
- Alvarez-Vargas JE, Alia-Tejagal I, Chávez-Franco SH, Colinas-León MT, Nieto-Ángel D, Rivera-Cabrera F, Aguilar-Pérez LA. 2017. Ciruelas mexicanas (*Spondias purpurea* L.) de clima húmedo y seco: calidad, metabolitos funcionales y actividad antioxidante. *Interciencia* 42(10): 654-660.
- Alvarez-Vargas JE, Alia-Tejagal I, Chavez-Franco SH, Colinas-León MT, Rivera-Cabrera F, Nieto-Ángel D, Cruz A L, Aguilar-Pérez LA, Pelayo CZ. 2019. Phenological stages and fruit development in the mexican plum ecotype 'Cuernaqueña' (*Spondias purpurea* L.). *Fruits* 74(4): 194-200. <https://doi.org/10.17660/th2019/74.4.6>
- Avitia G, E., Castillo AMG, Pimienta EB. 2003. Ciruela mexicana y otras especies del género *Spondias* L. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Castillo MLE. 2011, Introducción al SAS® para Windows. Tercera Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Cruz LA, Pita AD, Gutiérrez AGJ. 2012. Acercamiento a la diversidad de las ciruelas mexicanas. In: Cruz LA, Pita AD, Rodríguez BA, editores. *Jocotes, jobos, abales o ciruelas mexicanas*. Chapingo, Universidad Autónoma Chapingo. P. 39-62.
- Díaz PG, SerranoVA, Ruíz JAC, Ambriz RC, Cano MAG. 2008. Estadísticos básicos del estado de Morelos (Período 1961-2003). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 3. Zacatepec, México.
- Dorado O, Flores AC, Jesús-Almonte JM, Arias DM, Martínez-Alvarado D. 2012. Árboles de Cuernavaca. Nativos y Exóticos. Guía para su identificación. Trópico Seco Ediciones-Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, México.
- Fischer G, Orduz-Rodríguez JO. 2012. Ecofisiología en frutales. In: Discher G, editor. *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*. Bogotá, Produmedios. P. 54-72.
- Fischer G, Melgarejo LM. 2014. Ecofisiología de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) In: Carvalho, CP, Moreno DA, editores. *Physalis peruviana: fruta andina para el mundo*. Alicante, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-CYTED, Limencop SL. P. 31-47.
- Kozioł MJ, Macía MJ. 1998. Chemical composition, nutritional evaluation, and economic prospects of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae). *Economic Botany* 52: 373-380.
- Laskowski LE. 2006. Características de la abscisión del fruto de naranja *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Salustiana. *Bioagro* 18(1): 25-30.
- Morton J. 1987. Purple mombin. In: Morton JF, editor. *Fruits of warm climates*. Miami, Julia F. Morton. P. 242-245.
- Opara UL. 2000. Fruit growth measurement and analysis. *Horticultural Reviews* 24: 373-431. <https://doi.org/10.1002/9780470650776.ch8>
- Ramírez HBC, Pimienta EB, Castellanos JZR, Muñoz AU, Palomino GH, Pimienta EB. 2008. Sistemas de producción de *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) en el centro-occidente de México. *Revista Biología Tropical* 56: 675-687.
- Ruenes-Morales MR, Casas A, Jiménez-Orsorio JJ, Cballero J. 2010. Etnobotánica de *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae) en la península de Yucatán. *Interciencia* 35: 247-254.
- Systat. 2010. SigmaPlot®12. User's Guide. USA.
- Vargas-Simón G, Hernández-Cúpil R, Moguel-Ordoñez E. 2011. Caracterización morfológica de ciruela (*Spondias purpurea* L.) en tres municipios del estado de Tabasco, México. *Bioagro* 23: 141-149.