

## Producción de limón persa en época de oferta escasa

♦ Rafael Ambriz Cervantes  
 Irán Alia Tejacal  
 Rafael Ariza Flores



La producción de cítricos en México (naranja, limón mexicano, limón persa, toronja y mandarina) ha posicionado a este país como el quinto productor mundial en este rubro.<sup>1</sup> La naranja y los limones mexicano (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) y persa (*Citrus latifolia* Tan.) representan 60% y 28%, respectivamente, de la superficie total de cítricos establecida. Estos cultivos aportan empleos fijos y eventuales para cerca de doscientas mil familias mexicanas. Además, sus productos ayudan al desarrollo del sector primario, cuyo volumen es de un millón 966 mil toneladas. El valor de la producción en 2009 fue de 4 919 millones y la exportación en septiembre de 2010 aportó el 94.6% del valor de las exportaciones de cítricos.<sup>2</sup>

En Morelos, recientemente se han establecido cerca de mil hectáreas de cítricos, entre los cuales sobresalen el limón persa y la naranja, con 60% y 30% de la superficie establecida. Los principales

municipios en los que se desarrollan dichos cultivos son Jojutla, Tepalcingo, Puente de Ixtla, Tlaltizapán y Yautepec.<sup>3</sup> Se considera que estos son una alternativa económicamente viable para los productores dentro del esquema de reconversión productiva, y que representan nuevas ventanas de oportunidad en el mercado interno y en el de exportación.<sup>4</sup> La producción de cítricos es estacional generalmente; por ejemplo, aunque el limón persa produce frutos todo el año, su producción máxima se da entre mayo y octubre, y la mínima entre noviembre y abril. En este último periodo adquiere mejor precio debido a su escasa oferta.<sup>5</sup>

En este contexto, se hace evidente la necesidad de establecer tecnologías que favorezcan la producción fuera de época de fruta de limón persa, y una alternativa es la producción forzada. Esta involucra algunas prácticas como poda, anillado, defoliación, manejo de agua, fertilización y aplicación de promotores de brotes. En limón

<sup>1</sup> FAOSTAT, Production: <http://bit.ly/SQHp2s>, consultado en abril de 2012.

<sup>2</sup> "Cierre de la producción agrícola por cultivo", en SIAP, 2012, <http://bit.ly/bdCAOX>, consultado en mayo de 2012.

<sup>3</sup> Irán Alia Tejacal, Aarón Lugo Alonso, Rafael Ariza Flores, Luis Alonso Valdez Aguilar, Víctor López Martínez, Pedro Pacheco Hernández, *Manual de tecnología de producción en limón 'persa' y naranja 'valencia' en el estado de Morelos*, folleto técnico, núm. 57, INIFAP, 2011.

<sup>4</sup> Aarón Lugo Alonso, Rafael Ariza Flores, Irán Alia Tejacal, Rafael Ambriz Cervantes, Víctor López Martínez, *Manejo agronómico para la producción de naranja 'valencia' en el estado de Morelos*, INIFAP, México DF, 2009.

<sup>5</sup> Schwentieus Rinderman Rita y Miguel Ángel Gómez Cruz, *Limón persa: tendencias en el mercado*, UACH/PIAI-CIESTAAM, Chapingo, 2005.

♦ Profesores e investigadores, Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agropecuarias, UAEM/Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)



mexicano se ha observado que la poda, el estrés hídrico, y la poda y el raleo en el mes de agosto, incrementaron la producción invernal de fruto bajo las condiciones del Valle del Río, Guerrero.<sup>6</sup>

En Cuitláhuac y Tlalixcoyan, Veracruz, se podó, despuntó y aplicó urea<sup>7</sup> asperjada en árboles de limón persa, entre la segunda y primera semana de diciembre, y se concluyó que es posible incrementar la cosecha invernal.<sup>8</sup> Recientemente en Ticumán, Morelos, se realizó un ensayo de inducción de floración en limón persa combinando poda, aplicación de sustancias químicas, estrés hídrico y anillado durante un mes (enero), con el cual se indujo una mayor producción de flores y frutos.<sup>9</sup>

Los resultados de diferentes investigadores, así como ensayos previos en Morelos, muestran que es factible la aplicación de algunas técnicas de producción forzada de limón persa en condiciones agroclimáticas de este estado para obtener frutos en épocas en las cuales normalmente hay oferta escasa. En este trabajo se presentan resultados de la evaluación de poda, anillado y aplicación de fertilizantes en el follaje para el desfaseamiento de la producción de limón persa a épocas de oferta escasa, bajo las condiciones del estado de Morelos.

## **Materiales y métodos**

Se estableció un experimento en una huerta de limón persa de producción comercial ubicada en Ticumán, Morelos, donde se tiene un clima cálido subhúmedo ( $Aw_o$ ), relieve plano, suelo feozem calcárico con profundidad no mayor de 40 cm y con alto contenido de carbonato de calcio. La precipitación y temperatura promedio anual es de 800 mm y 24° C, respectivamente,<sup>10</sup> en una altura de 1 000 msnm. Los árboles de limón persa tenían cinco años de edad y el experimento se realizó entre agosto de 2011 y abril de 2012. La plantación se encontraba establecida en marco real, con 7 m de distancia entre hileras y 4 m entre árboles.

## **Organización experimental**

Se establecieron nueve tratamientos para producir limón persa entre los meses de febrero y marzo: testigo (sin poda, aplicación de urea o biofol<sup>11</sup> y sin anillado); poda en agosto; poda y anillado en septiembre; poda, aplicación de urea (6%) y anillado en septiembre; poda y aplicación de biofol y anillado en septiembre; poda en septiembre; poda y anillado en octubre; poda y anillado en agosto, y poda, aplicación de urea (6%) y anillado en

<sup>6</sup> Rafael Ariza Flores, Rubén Cruzaley Sarabia, Enrique Vázquez García, Aristeo Barrios Ayala y Noé Alarcón Cruz, "Efecto de las labores culturales en la producción y calidad del limón mexicano de invierno", *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 27, núm. especial 1, 2004, pp. 73-76.

<sup>7</sup> Fertilizante químico que contiene 46% de nitrógeno.

<sup>8</sup> G. Almaguer-Vargas, José Refugio Espinoza-Espinoza y José Luis Quirós-García, "Desfaseamiento de cosecha de limón persa", *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, vol. 17, 2011, pp. 197-205.

<sup>9</sup> Rafael Ambriz Cervantes, Irán Alia Tejacal, Rafael Ariza Flores, Aarón Lugo Alonso, María Andrade Rodríguez, Víctor López Martínez, Oscar Gabriel Villegas Torres y Dagoberto Sánchez Guillén, "Ensayo de inducción de la floración de limón persa (*Citrus latifolia* Tan.)", *Ciencias Agrícolas Informa*, vol. 21, 2013, en prensa.

<sup>10</sup> R. F. Ornelas, Rafael Ambriz Cervantes y Juan de Dios Bustamante Orañegui, *Delimitación y definición de agrohábitats del estado de Morelos*, folleto técnico, núm. 8, SARH/INIFAP/CIFAP, 1990.

<sup>11</sup> Fertilizante comercial que contiene microelementos para el desarrollo de plantas.

octubre. Antes de establecer los tratamientos se eliminaron todas las flores y los frutos cuajados, en desarrollo o maduros de los árboles de limón persa.

En los árboles en los que se realizó la poda, esta se hizo eliminando 30 cm de la copa del árbol quince días antes del anillado o de la aplicación de sustancias químicas. El anillado se realizó encima de la zona del injerto, en las tres ramas principales, con una minisigueta para arco de 152 mm. Al terminar el anillado se selló la herida con pintura acrílica en aerosol. La urea (46% de nitrógeno) se asperjó en dosis de 6 kg/ha en el follaje. El biofol se asperjó en dosis de 3 L/ha<sup>12</sup>.

### Manejo agronómico

Durante 2011, en la huerta de limón persa se aplicó fertilización química de 56-27.5-75 de N-P-K, y en 2012 se aplicaron 20 kg de lombricomposta por árbol. Al follaje se aplicó Poliquel en dosis de 1 L/ha<sup>-1</sup>). Se realizaron aplicaciones de imidacloprid + cyfluthrin (300 ml/ha<sup>-1</sup>), thiametoxam + cicontrolina (200 ml/ha<sup>-1</sup>) y aceite mineral (2 l/ha<sup>-1</sup>) para el control de insectos plaga como el minador de la hoja (*Phyllosnictis citrella* Stainton), pulgones (*Aphis gossypi* y *A. spiraecola*) y diaforina (*Diaphorina citri* Kuwayama).

La presencia de gomosis (*Phytophthora* sp.) se controló con Phosetyl aluminio (500 g + 200 l<sup>-1</sup> de agua). Adicionalmente, para favorecer la tolerancia de esta enfermedad, se aplicaron fosfitos

de potasio y cobre (dosis). Para riego se utilizó un sistema de microaspersión, con un gasto de 100 a 120 l d<sup>-1</sup>, distribuidos uno en la mañana (8:00 h) y otro en la tarde (19:00 h).

### Variables evaluadas

El efecto de los tratamientos en los árboles de limón persa se determinó al medir, al inicio (agosto-octubre de 2011) y al final del experimento (abril de 2012), la altura del árbol (del nivel del suelo al límite de la copa) y el diámetro de la copa (a la mitad del diámetro de la copa, de lado a lado).

El número de flores y frutos cuajados se cuantificó en una rama seleccionada en cada punto cardinal del árbol, que tuviera 75 cm de longitud y 1.6 m de altura desde el nivel del suelo. Las evaluaciones se realizaron cada quince días, después de la aplicación de los tratamientos, durante el periodo de octubre a diciembre de 2011. El número de brotes se determinó en cuatro ramas por árbol en las cuales se realizó poda. Esta medición se llevó a cabo durante el periodo de septiembre a noviembre de 2011.

Se determinó la concentración de clorofila con ayuda de un SPAD 502 y de azúcares totales en hojas maduras, con un método colorimétrico.<sup>13</sup> El contenido de proteína total se determinó mediante un método colorimétrico, empleando negro amido como fuente de tinción<sup>14</sup> y calculando el peso específico de la hoja durante diciembre de 2011. Por cada árbol evaluado se obtuvieron doce

<sup>12</sup> Rafael Ambriz Cervantes *et al.*, "Ensayo de inducción...", *op. cit.*

<sup>13</sup> *Idem.*

<sup>14</sup> R. Höfner, L. Vazquez-Moreno, A. A. Abou-Mandour, H. J. Bohnert y J. M. Schmitt, "Two isoforms of phosphoenolpyruvate carboxylase in the facultative CAM plant *Mesembryanthemum crystallinum*", *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 27, 1989, pp. 803-810.



muestras de 3.14 cm<sup>2</sup>, las cuales se secaron en un estufa por 48 h a 50° C y se pesaron en una balanza analítica. El peso específico se obtuvo al dividir el peso seco obtenido entre el área foliar evaluada.<sup>15</sup>

Se realizaron varias cosechas durante enero y abril de 2012, y se cuantificó el número y rendimiento de frutos por árbol, así como el rendimiento total. Este último se obtuvo al pesar toda la producción obtenida por árbol en una báscula mecánica con capacidad de 10 kg y sensibilidad de 0.025 kg. Se reportan a continuación los resultados extrapolados a una hectárea.

Los datos de todas las variables se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias.

### Resultados y discusión

Antes de la poda de los árboles de limón persa, estos tenían una altura de entre 3.6 y 4.1 m; después de la poda, se mantuvo la altura en 3 m en todos los árboles, con excepción de los árboles testigo, en los cuales se mantuvo en 4.1 m. Similar comportamiento se obtuvo en el diámetro de la copa.

Los árboles de limón persa que se podaron y en los cuales se asperjó urea (6%) y se realizó anillado en septiembre, emitieron en promedio más de tres brotes por rama, en tanto que los árboles en los que no se realizó poda (testigo), la emisión

de brotes fue escasa. El resto de los tratamientos produjo entre uno y dos brotes.

Generalmente, la poda en cítricos tiene como principales objetivos optimizar el tamaño de los árboles, facilitar su manejo, incrementar la producción y extender la vida productiva de las plantaciones.<sup>16</sup> La poda debe considerar el balance de carbohidratos y nitrógeno. Ella estimula los brotes, en mayor proporción cuando se tienen pocos carbohidratos (debido a la poda) y cuando se realizan aplicaciones de nitrógeno.<sup>17</sup> La mayor cantidad de brotes en los tratamientos en los que se aplicó urea al 6% es probable que se deba a las relaciones mencionadas.

En cuanto al número total de flores, en los árboles en los que se realizó poda, aplicación de urea (6%) o biofol y anillado en septiembre, se contabilizaron entre 38 y 28 flores, respectivamente, es decir, tuvieron entre 50% y 80% más que aquellos en los que se aplicaron los demás tratamientos. En particular, los árboles donde se realizó poda y anillado en agosto y septiembre mostraron valores menores. La aplicación de urea después de una poda ligera en árboles de limón mexicano y limón persa favorece significativamente la formación de flores, y la aplicación de urea y biofol favorece una mayor producción de flores en invierno<sup>18</sup> y primavera.<sup>19</sup> La mayor floración se debe a la conversión

<sup>15</sup> Ma. Isabel Reyes-Santamaría, Ángel Villegas-Monter, María Teresa Colinas-León y Guillermo Calderón-Zavala, "Peso específico, contenido de proteína y de clorofila en hojas de naranja y tangerino", *Agrociencia*, vol. 34, 1999, pp. 49-55.

<sup>16</sup> Manuel Amorós C., "La poda y el injerto", *Agrios*, Dilagro, 4a ed., Río de Janeiro, 1989.

<sup>17</sup> Víctor Manuel Medina-Urrutia, Manuel Robles González y José Orozco Romero, *Poda de los cítricos: su aplicación en limón Mexicano Citrus aurantifolia (Christm) Swingle*, folleto técnico, núm. 2, INIFAP, Campo Experimental Tecomán, 2004.

<sup>18</sup> Rafael Ariza Flores *et al.*, "Efecto de las labores...", *op. cit.*; G. Almaguer-Vargas *et al.*, "Desfasamiento de cosecha...", *op. cit.*

<sup>19</sup> Rafael Ambriz Cervantes *et al.*, "Ensayo de inducción...", *op. cit.*

de la urea en amonio, lo cual reduce el crecimiento por la síntesis de etileno e induce la floración.<sup>20</sup>

Los árboles de limón persa en los que se realizó la poda, aspersión de urea (6%) y anillado en septiembre y octubre tuvieron los valores de peso específico mayores: entre 7 y 7.5 mg/cm<sup>2</sup>. El peso específico es una forma indirecta de estimar la fotosíntesis,<sup>21</sup> la cual sugiere que valores mayores de peso específico, es decir, mayor acumulación de carbohidratos por área foliar, pueden ser utilizados para explicar algunas relaciones fisiológicas de los cítricos.<sup>22</sup> Los resultados obtenidos indican que la aplicación de urea y el anillado favorecen la acumulación de mayor peso específico (carbohidratos por área foliar).

El anillado promueve la acumulación de carbohidratos en el dosel y proporciona una rica fuente de energía para la floración, cuajado, desarrollo y maduración del fruto.<sup>23</sup> Esto se confirma con la concentración de azúcares totales en hojas de árboles en los que se realizó la poda, aplicación de urea (6%) y anillado en septiembre, con valores de entre 16% y 51% más que el resto de los tratamientos.

En el contenido de proteína en hojas, los árboles de limón persa en los que se realizó la poda, aspersión de urea (6%) y anillado en septiembre y octubre tuvieron concentraciones de entre 2.8 y 3.3 mg/g de peso fresco. El resto de los tratamientos tuvo concentraciones de entre 1.9 y 2.8 mg/g de peso fresco. Los árboles testigo tuvieron la menor concentración, 1.8 mg/g de peso fresco. El alto contenido de nitrógeno en las hojas implica una mayor tasa de fotosíntesis<sup>24</sup> y, en consecuencia, mayor concentración de carbohidratos. Una concentración adecuada de nitrógeno y carbohidratos favorece un crecimiento moderado y alta fructificación.<sup>25</sup>

El número de frutos cosechados por árbol se cuantificó durante los primeros cuatro meses de 2012. En los árboles testigo se cosecharon 48, 95, 167 y 11 frutos en enero, febrero, marzo y abril, respectivamente. En los árboles en los cuales se realizó la poda, aplicación de urea o biofol y anillado en septiembre, el número de frutos cosechados fue de 0, 166-174, 318-350 y 120-133, en enero, febrero, marzo y abril, respectivamente, con una concentración de la producción en febrero y

<sup>20</sup> Carol Lovatt, Y. Zheng y K. Hake, "Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in citrus", *Israel Journal of Botany*, vol. 37, 1988, pp. 181-188.

<sup>21</sup> J. Secor, D. R. McCarty, R. Shibbes y D. E. Green, "Variability and selection for leaf photosynthesis in advanced generation of soybean", *Crop Science*, vol. 22, 1982, pp. 255-258.

<sup>22</sup> Ma. Isabel Reyes-Santamaría *et al.*, "Peso específico...", *op. cit.*

<sup>23</sup> R. Goren, M. Huberman y E. E. Goldschmidt, "Girdling: physiological and horticultural aspects", *Horticultural Reviews*, vol. 30, 2004, pp. 1-36.

<sup>24</sup> Guillermo Calderón Zavala, Jorge Rodríguez Alcázar, Alberto Enrique Becerril Román, Manuel Livera Muñoz y María Teresa Colinas, "Fertilización foliar nitrogenada en la fotosíntesis y el desarrollo del durazno en producción forzada", *Agrociencia*, vol. 31, 1997, pp. 291-296.

<sup>25</sup> Víctor Manuel Medina-Urrutia, Manuel Robles González y José Orozco Romero, *Poda de los cítricos...*, *op. cit.*



marzo, cuando el precio del limón persa se incrementa considerablemente en el país.<sup>26</sup>

El rendimiento de frutos por árbol fue de entre 40.1 y 57.1 kg en los árboles de limón persa en los que se realizó la poda, aspersión de urea (6%) o biofol y anillado en septiembre. En el resto de los tratamientos el número de frutos fue de entre 9.1 y 24.4 kg por árbol. El rendimiento por hectárea mostró el mismo comportamiento; se obtuvo entre 14.4 y 20.3 t/ha en los árboles de limón persa en los que se realizó la poda, aspersión de urea (6%) o biofol y anillado en septiembre. En México, el rendimiento promedio nacional es de 14 t/ha, aunque algunos estados como Yucatán y Colima indican rendimientos superiores a 20 t/ha. En el presente experimento se obtuvieron rendimientos similares, pero con cosecha del 15 de enero al 15 de abril, es decir, en los cuatro meses que abarca este periodo, por lo que incluir la cosecha que abarca de mayo a agosto también podría proporcionar ingresos a la unidad de producción.

Es importante definir la época de realización de las actividades agronómicas para inducir y mantener la producción de limón persa en Morelos en fechas de escasa oferta. Aun cuando se tuvo mayor concentración de proteína soluble y peso

específico en las hojas, en los árboles en los cuales se realizó la poda, aplicación y anillado en octubre, el número de flores, frutos cosechados por árbol y, por lo tanto, el rendimiento por unidad de superficie de producción, fue menor que en aquellos árboles en los que se realizó la poda, aplicación de urea o biofol y anillado en septiembre. La realización de estas actividades en agosto no tiene efectos benéficos.

La realización de poda y aplicación de sustancias que favorezcan el brote de flores junto con el anillado son las prácticas más importantes para inducir la floración, cuajado y rendimiento del árbol. En Morelos se han realizado estas prácticas en primavera-verano<sup>27</sup> y otoño-invierno, y se han obtenido resultados similares. El anillado es importante, pero es necesario el cuidado y manejo sanitario para evitar el desarrollo de enfermedades como la gomosis (*Phytophthora parasítica* sin. *P. nicotianae* var. *parasítica*).

Los resultados obtenidos indican que, bajo las condiciones de Morelos, es posible programar la producción de limón persa en Morelos en meses en los que hay oferta escasa (febrero-marzo), al realizar poda, aplicación de urea (6%) o biofol y anillado en septiembre.

---

<sup>26</sup> Irán Alia Tejacal et al., *Manual de tecnología...*, op. cit.

<sup>27</sup> Rafael Ambríz Cervantes et al., "Ensayo de inducción...", op. cit.