

# **MANUAL DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN EN LIMÓN ‘PERSA’ Y NARANJA ‘VALENCIA’ EN EL ESTADO DE MORELOS**

**Dr. Iran Alia Tejacal<sup>1</sup>**  
**Ing. Aarón Lugo Alonso<sup>2</sup>**  
**Dr. Rafael Ariza Flores<sup>3</sup>**  
**Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar<sup>4</sup>**  
**Dr. Víctor López Martínez<sup>1</sup>**  
**M.C. Pedro Pacheco Hernández<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Profesor-Investigador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, UAEM.

<sup>2</sup>Investigador del Campo Experimental “Zacatepec”.

<sup>3</sup>Dirección de Investigación Regional Pacífico Sur e Investigador de la red de cítricos. SAGARPA, INIFAP, CIRPAS.

<sup>4</sup>Profesor-Investigador de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

<sup>5</sup>Instituto Mexicano de tecnología del agua.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigación Regional Pacífico Sur  
Campo Experimental “Zacatepec”  
Zacatepec, Mor., México.  
Folleto Técnico No. 57    ISBN:

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina  
Delegación Coyoacán, C. P. 04010 México D. F. Teléfono (55) 3871-8700

**Manual de tecnología de producción en limón 'Persa' y naranja  
'Valencia' en el estado de Morelos**

ISBN:

Primera Edición 2011

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la Institución.

|   |
|---|
| <b>Contenido</b>  |
| I. INTRODUCCIÓN   |
| 2. TIPOLOGÍA DE LOS PRODUCTORES DE CÍTRICOS EN EL ESTADO DE MORELOS |
| 2.1. Limón persa  |
| 2.2 Naranja 'Valencia'  |
| 3. DESCRIPCIÓN DE CULTIVARES DE CÍTRICOS PRODUCIDOS EN MORELOS      |
| 3.1. Limón 'Persa'  |
| 3.2. Naranja 'Valencia'   |
| 3.3. Fechas de producción de cítricos en Morelos                    |
| 3.3.1. Limón 'Persa'  |
| 3.3.2. Naranja 'Valencia'   |
| 4. PATRONES O PORTAINJERTOS   |
| 5. ESTABLECIMIENTO DEL HUERTO                                       |
| 5.1. Requerimientos agroclimáticos                                  |
| 5.1.1. Limón 'Persa'  |
| 5.1.2. Naranja 'Valencia'   |
| 5.2. Selección de planta  |
| 5.3. Elección del terreno   |
| 5.4. Preparación de terreno   |
| 5.5. Densidades de plantación y espaciamientos                      |
| 5.6. Sistemas de plantación   |
| 5.7. Trazo de plantación  |
| 5.8. Plantación   |
| 6. PODA   |
| 6.1. Objetivos de la poda   |
| 6.2. Tipos de poda  |
| 6.2.1. Selectiva  |
| a) Poda de formación  |
| b) Poda de mantenimiento  |
| c) Poda de regeneración   |
| 6.2.2. Podas No selectivas  |
|   |

|   |
|---|
| a) Poda mecanizada  |
| 6.3. Recomendaciones generales en Morelos   |
| 6.3.1. Limón 'Persa'  |
| 6.3.2. Maranja 'Valencia'   |
| 7. NUTRICIÓN  |
| 7.1. Requerimientos nutricionales de limón 'Persa' y naranja 'Valencia'                                 |
| 7.2. Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo   |
| 7.3. Diagnostico visual   |
| 7.4. Análisis foliar  |
| 7.5. Fertilización del suelo  |
| 7.5.1. Fuentes de fertilización   |
| 7.5.2. Forma y fecha de fertilización.  |
| 7.6. Aplicación de micronutrientes  |
| 8. CONTROL DE MALEZAS   |
| 8.1. Manejo y control de malezas  |
| 9. RIEGO  |
| 9.1. Condiciones generales  |
| 9.2. Sistema de riego   |
| 9.2.1. Análisis e interpretación del agua para riego: CE ( $dSm^{-1}$ ), pH, aniones y cationes         |
| 9.2.2. Suelo. Textura, estructura, profundidad del suelo, pH, aniones y cationes.                       |
| 9.2.3. Parámetros físicos del suelo relacionados con la retención y velocidad de infiltración del agua. |
| 9.2.4. Marco de Plantación  |
| 9.2.5. Clima  |
| 9.2.6. Necesidades hídricas de cítricos   |
| 9.2.7. Operación de riego   |
| 9.2.8 Recomendaciones practicas de riego en cítricos  |
| 10. PLAGAS Y ENFERMEDADES   |
| 10.1. Enfermedades  |
| 10.2. Plagas  |

|  |
|--|
| 10.2.1. Minador de la hoja                           |
| 10.2.2. Pulgones                                     |
| 10.2.3. Psílido asiático de los cítricos o diaforina |
| 10.2.4. Gusano perro                                 |
| 10. 2. 5. Mosquita blanca de los cítricos            |
| 11. COSECHA  |
| 11.1. Limón persa                                    |
| 11.2 Naranja valencia                                |
| 12. AGRADECIMIENTOS                                  |
| 13. LITERATURA CITADA                                |



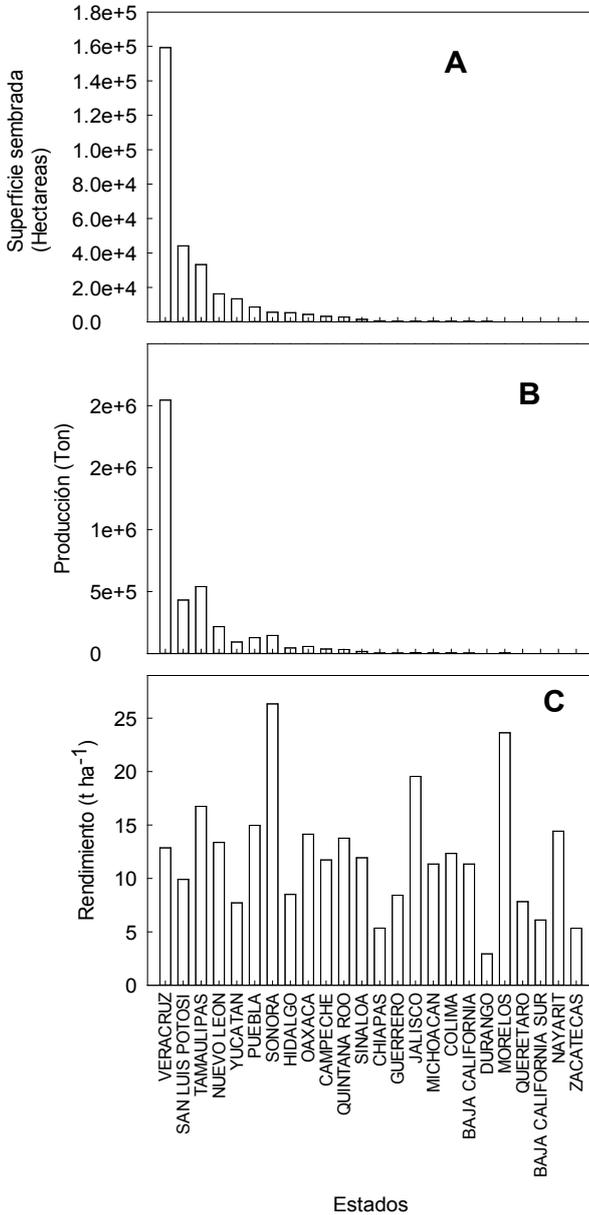
# Manual de tecnologías de conservación de cítricos para el estado de Morelos

## 1. INTRODUCCIÓN

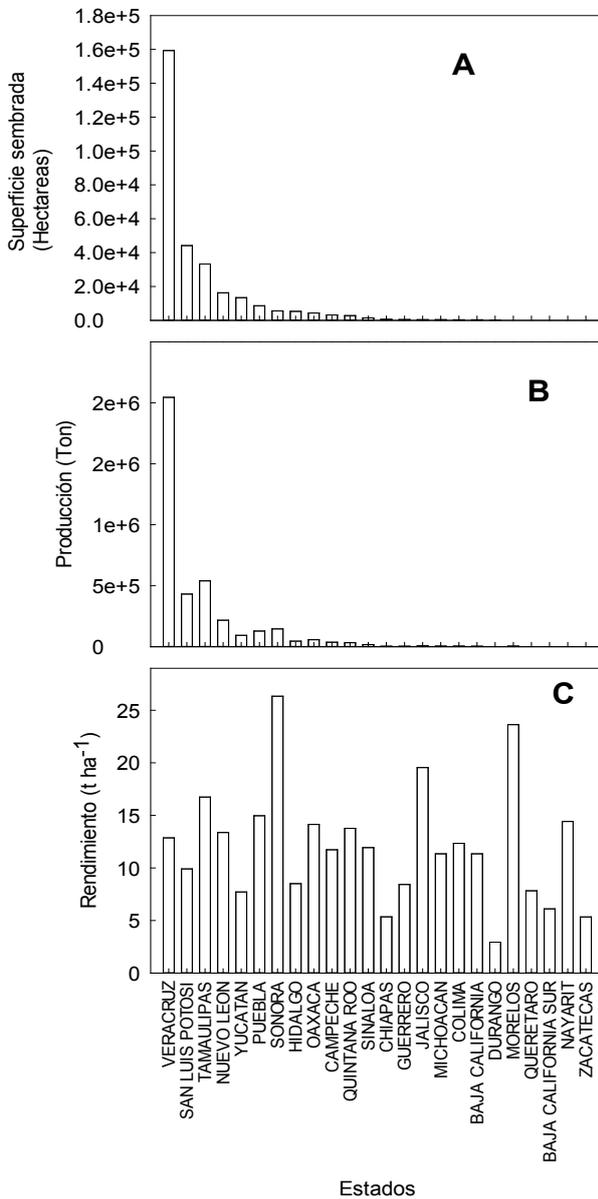
La citricultura representa una actividad de gran importancia dentro de la fruticultura nacional. Los principales cítricos que se producen en México son: naranja, limón mexicano, limón persa, toronja y mandarina. La superficie establecida con cítricos en 2009 supera las 500 mil hectáreas, las cuales producen en promedio anual más de 7.100 millones de toneladas, lo que sitúa a México en el quinto lugar mundial en producción de cítricos (FAOSTAT, 2011).

En México, dentro de los cítricos la naranja es la fruta con mayor superficie y producción a nivel nacional; en 2009 se reporta que se establecieron 339,423 ha (63%). Destaca en primer lugar la variedad **valencia** con una superficie establecida de 300,847 ha (Figura 1 A), con un rendimiento promedio anual de 12.8 t ha<sup>-1</sup> (Figura 1 C), mostrando un precio en el medio rural de 985.19 pesos por tonelada de fruta (SIAP, 2011). Los principales estados productores son Veracruz, Tamaulipas y San Luis Potosí, con una producción promedio anual de 2,045,054.5, 539,525.8 y 431,567.0 t, respectivamente. Morelos es el vigésimo productor de naranja **valencia** en México, aunque en rendimientos por hectárea es el segundo a nivel nacional (Figura 1B; SIAP, 2011).

Por otro lado, el limón ocupa el segundo lugar nacional, en 2009 se reporta que se establecieron 146,273 ha (27%). Destacan el limón mexicano y el limón persa, este último con una superficie establecida de 61,822 ha (Figura 2 A), con rendimiento promedio anual de 14 t ha<sup>-1</sup> (Figura 2 C), mostrando un precio en el medio rural de 2,000 pesos por tonelada de fruta (SIAP, 2011). Los principales estados productores son Veracruz, Tabasco y Oaxaca con una producción promedio anual entre 514,175, 80,939 y 66,301 t, respectivamente. Morelos es el treceavo productor de lima persa en México y en rendimiento por hectárea es el noveno (Figura 2 B; SIAP, 2011).



**Figura 1.** Superficie establecida (A), Producción (B) y rendimiento por hectárea (C) en estados productores de naranja valenciana en la República Mexicana 2009. SIAP (2011).



**Figura 2.** Superficie establecida (A), Producción (B) y rendimiento por hectárea (C) en estados productores de limón persa en la República Mexicana 2009. SIAP (2011).



La tecnología disponible para cultivar cítricos es muy heterogénea y escasa, y falta su validación y difusión a los productores, para ayudar a mejorar la producción y rentabilidad del cultivo en el estado de Morelos (Ariza *et al.*, 2009).

Curtí *et al.* (1998) mencionan que algunas causas de la baja productividad son: a) desinterés del productor para invertir en su huerta, debido a la inestabilidad y predominancia de precios bajos; b) individualismo para producir y comercializar la fruta, c) falta de información en la mayoría de los productores sobre la tecnología existente para elevar dicha productividad y d) insuficiente investigación y/o validación de tecnologías apropiadas a cada región citrícola; causas similares de baja productividad son aplicables al estado de Morelos en la actualidad.

En particular, para mejorar la producción en cítricos es muy importante generar y transferir a los productores, un paquete tecnológico integrado y actualizado que permita incrementar el rendimiento por unidad de superficie, disminuir los costos de producción y contar con nuevas tecnologías poscosecha que mantengan la vida útil del producto por un periodo mas largo. Esto se logrará con el impulso e interés de diversas instituciones y productores a la generación, validación y transferencia de tecnologías en limón persa y naranja valencia en el estado de Morelos.

Por lo anterior, en el presente documento se presentan resultados de dos años de trabajo sobre la generación, validación y transferencia de tecnologías de manejo agronómico de limón persa y naranja valencia para el estado de Morelos, así como información recabada de experiencias de productores líderes, además de literatura publicada recientemente en otras regiones del mundo donde se cultivan estas especies. El objetivo principal es ofrecer información a los productores para el manejo eficiente su huerta con lo cual, incrementen la producción y calidad del fruto.

## **2. TIPOLOGÍA DE LOS PRODUCTORES DE CÍTRICOS EN EL ESTADO DE MORELOS**

En Morelos parte de los citricultores se integran en el Consejo Estatal de Productores de cítricos de Morelos A.C., que fue conformado el 13 de noviembre del 2004, en el Municipio de Jojutla Morelos (CEPSM, 2004).

En 2010, de acuerdo con un acta de asamblea general extraordinaria se acuerda un cambio de régimen jurídico de la asociación para transformarse en una Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada y queda en consecuencia su denominación para el 2011 “Consejo Estatal de Productores de Cítricos de Morelos S.P.R. de R.L.” Actualmente el consejo estatal está integrado por 162 productores, esta sociedad agrupa a más del 80 % de los productores de cítricos en el estado de Morelos.



**Figura 4.** Productores de cítricos en el estado de Morelos.

En 2009 se realizaron encuestas para conocer algunas características de los integrantes de esta sociedad y sus sistemas de producción, agrupándolos por tipo de cultivo que tienen establecido, limón ‘Persa’ o naranja ‘Valencia’.

### **2.1. Limón ‘Persa’**

La edad de los productores entrevistados indicó que 77 % de los productores de limón ‘Persa’ tienen más de 50 años de edad, 14 % entre 41 y 50 años y 9 % entre 20 y 30 años; aproximadamente 46 % tiene estudios superiores, 22 % estudios de secundaria o preparatoria, 23 % primaria y 8 % no realizaron estudios básicos. El 93 % son productores del género masculino y el restante 7 % femenino, la superficie de plantación de limón por productor es de 1.1 a 2 ha en 46 % de los entrevistados, 15 % tiene entre 2.1 y 3.0 ha y entre 3.1 y 5 ha esta el 23 %, el restante 16 % cuenta con 1 ha. El 100 % indicó que el terreno donde tiene establecido el cultivo es de tenencia propia (García, 2011). Las características de los productores indican que se deben de considerar productores pequeños dado que tienen entre 1 y 10 ha (Schwentenius y Gómez, 2005).

### **2.2. Naranja ‘Valencia’**

Los productores de naranja tienen una distribución de edad de 4, 14, 14 y

68 % en las edades de 20 a 30, 31 a 40, 41 a 50 y más de 50 años; el nivel de estudios indica que 18 % de los entrevistados no tiene estudios, 43 % de los entrevistados solo estudio a nivel primaria, 22 % estudio la secundario o preparatoria, 14 % tiene estudios a nivel superior y 3 % posgrado. El 96 % son del género masculino y 4% femenino. La superficie establecida del cultivo es de 1.0, 1.1-2.0, 2.1-3.0 y más de 3 ha en proporciones de 29, 25, 25 y 21 % respectivamente (García, 2011).

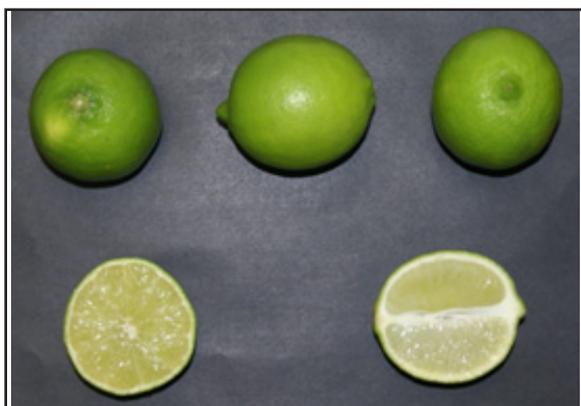
### 3. DESCRIPCIÓN DE CULTIVARES DE CÍTRICOS PRODUCIDOS EN MORELOS

#### 3.1. Limón 'Persa'

El limón 'Persa' ocupa 95 % de la producción establecida, sin embargo también podemos encontrar al limón mexicano con un 5 % de superficie (CESVMOR, 2011). Son árboles que alcanzan una altura media de 4.20 m altura, 0.61 m de injerto sobre *Citrus Volkameriana*, posee un tronco de 4.54 a 16.7 cm de diámetro. La copa es elipsoidal u ovalada, con hábito de crecimiento abierto, la ramificación es densa y los ápices de los retoños color verde claro y superficie glabra verde (Figura 5; Ariza et al., 2004). El fruto es de forma oval, obovado, oblongo y elíptico con un diámetro polar entre 50 y 75 mm y entre 40 y 62 mm de diámetro ecuatorial (Morton, 1987; Martin, 2004). Alia et al. (2009) encontraron que en el estado de Morelos en promedio el diámetro polar es de 58.8-78.3 mm y ecuatorial 49.7-58 mm, con un peso de 101.4-109.3 g (Figura 6).



Figura 5. Árbol de limón 'Persa'



**Figura 6.** Frutos de limón 'Persa'

La producción se inicia a los dos años de trasplante del injerto, fructifica todo el año; en condiciones de buen mantenimiento y manejo de la plantación puede durar de 30 a 50 años con buenos rendimientos promedio (Cuadro 1; Anónimo 2011).

**Cuadro 1.** Edad de árbol de limón persa y su productividad.

| Edad de la planta (años) | Rendimientos (t ha <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------|------------------------------------|
| 4                        | 3.0                                |
| 5                        | 7.2                                |
| 6                        | 14.0                               |
| 7                        | 19.2                               |
| 8 en adelante            | 28.8                               |

### 3.2. Naranja 'Valencia'

Los cultivares de naranja temprana en México (Marrs, Pinnapple, Salustiana, etc.) se cosechan entre los meses de agosto y diciembre, mientras que los cultivares tardíos (Valencia) se cosechan de enero a mayo. Estas tendencias de producción tan similares entre regiones son las que propician alta concentración de la producción, lo cual influye en el mercado reduciendo el precio de la fruta, de tal manera que en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, que son meses de escasez, la fruta se cotiza al precio más alto del año (Garza et al., 2003).

En el plan rector del sistema producto cítricos se indica que la mayor proporción de la superficie establecida en Morelos es una variante de naranja 'Valencia', denominada 'Lue Gim Gong' (Plan Rector Cítricos, 2006). Sin embargo, esta variedad se originó a partir de clon nucelar de 'Valencia' (Hogdson, 1967; Morton, 1987). Ladaniya (2008), indica que es muy similar a la variedad 'Valencia Late'. Recientemente, Morillo et al. (2009), al caracterizar molecularmente 21 accesiones de naranja, determinaron que la accesión 'Lue Gim Gom' se agrupó con las variedades del tipo 'Valencia'.

Las características de la naranja 'Valencia' son: árboles vigorosos y productivos, con buen rango de adaptación, si hay humedad en el suelo los frutos pueden permanecer por varios meses en el árbol sin perder su calidad comercial (Curtí-Díaz et al., 1998; Figura 7). El fruto de tamaño medio a grande, esférico o ligeramente alargado, prácticamente sin semillas (Agustí, 2004). Pérez (2004), indica que el peso promedio del fruto es de 284.7 g, cuando se desarrolla sobre un patrón de *C. Volkameriana*.

En Morelos, el peso promedio del fruto de naranja 'Valencia' establecida sobre el patrón *C. Volkameriana*, es de 260 g, con un diámetro polar de 79.7 mm y ecuatorial de 74.3-83.3 mm. Grosor de cáscara 4.8-6.6 mm, (Figura 8). El contenido de jugo es elevado, el cual es ligeramente ácido y con cualidades excelentes para procesar, la fruta de floración de mayo a agosto es amarilla verdosa con una vida de almacén de 15 días (Hernández, 2005). Largo periodo de conservación en el árbol, muy buena conservación en cámara, si se tiene mucho tiempo en el árbol con un aumento de temperaturas tiende a reverdecer, sin embargo si se demora mucho la recolección baja la producción del siguiente año (Amorós, 2003).



Figura 7. Árbol de naranjo 'Valencia'



**Figura 8.** Frutos de naranja ‘Valencia’

Al compararse con naranja ‘Valencia’ cultivada en Colima y Veracruz se observa que la naranja es de tamaño mayor que la producida en Veracruz y similar tamaño con la de Colima, en tanto que el contenido de sólidos solubles es mayor que la fruta de Colima y menor que en Veracruz, mientras que la acidez titulable es similar a la fruta de Colima, pero menor a la de Veracruz (Cuadro 2). Estas características indican que la calidad de la fruta de Morelos tiene calidad para competir en el mercado nacional.

**Cuadro 2.** Características de calidad de fruto de cultivares de naranja ‘Valencia’ en México.

| Variedad    | Estado   | Jugo (%)      | Peso de fruto (g) | SST (°Brix) | Acidez (%)    |
|-------------|----------|---------------|-------------------|-------------|---------------|
| ‘V. Delta’  | Colima   | 52.2          | 261               | 8.9         | 0.85          |
| ‘V. Cutter’ | Colima   | 61.8          | 258               | 7.3         | 1.00          |
| ‘V. Late’   | Colima   | 50.2          | 263               | 7.8         | 1.0           |
| ‘Valencia’  | Veracruz | n. r.         | 198               | 12.8        | 1.22          |
| ‘Valencia’  | Morelos  | 40.8-<br>51.0 | 260               | 7.7-<br>9.6 | 0.66-<br>1.00 |

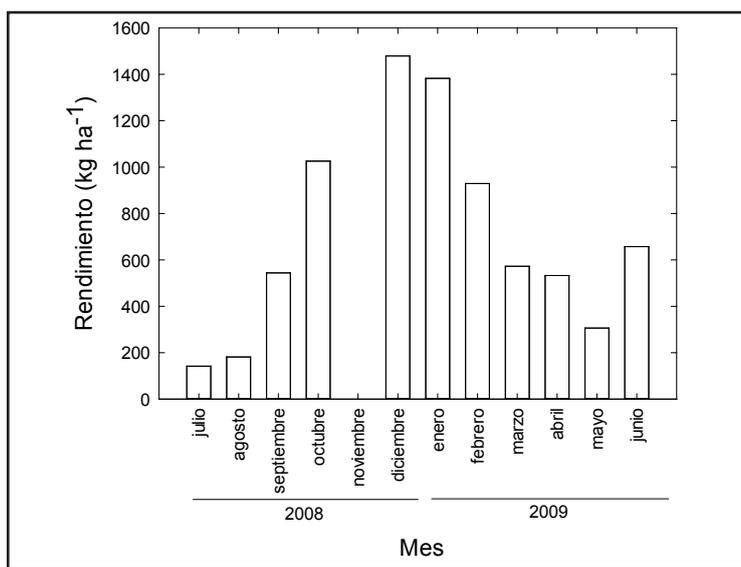
n. r. = no reportado. Curtí-Díaz *et al.* (1998), Garza *et al.* (2003); Alia *et al.* (2009).

### 3.3. Fechas de producción de cítricos en Morelos

#### 3.3.1. Limón ‘Persa’

El limón ‘Persa’, puede emitir de cuatro a seis floraciones al año. La

presencia o ausencia de dichas floraciones así como el volumen de cosecha, son resultado de la historia productiva y de manejo de huerta, y de las condiciones climáticas de la región (Curtí-Díaz *et al.*, 1996). En Morelos, los productores reconocen que hay cosecha todo el año, debido a constantes flujos de floración (García *et al.*, 2011). El seguimiento de la producción en una huerta joven durante un año, indicó que la producción se concentró en mayor proporción en los meses de octubre a febrero, disminuyendo en el mes de febrero a agosto (Figura 9). Recientemente Alia *et al.* (2011), realizaron estudios fenológicos en dos regiones productoras de limón persa, observando cosechas de fruto entre noviembre y febrero, lo que coincide con los datos reportados por los productores.



**Figura 9.** Rendimiento mensual de fruta en una hectárea de limón persa, de 4 años de edad, en Tlaltzapán, Morelos. Rendimiento total= 7 752 kg ha<sup>-1</sup>.

Este aspecto es importante en la competitividad del limón persa de Morelos, debido a que generalmente el volumen de fruta de limón en México producida durante el invierno es muy bajo, mientras que en el periodo de mayo a octubre existe mucha producción, lo que genera excelentes precios para la producción de invierno (Curtí-Díaz *et al.*, 1996). En Morelos, los productores han cuantificado tres ventanas de precio a través del año: precio alto, bajo y muy bajo (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Precio de limón ‘Persa’ durante 2008-2009 en venta directa de productor a mayorista.

| Mes  | Tipo de precio | Pesos por kg de fruta fresca |
|--|----------------|------------------------------|
| Mayo, Junio, Julio y Agosto                            | Muy bajo       | 1.3-1.4                      |
| Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre (medio mes) | Bajo           | 1.7-2.3                      |
| Diciembre (medio mes), Enero, Febrero, Marzo, Abril    | Alto           | 3.5-73.3                     |

Precio promedio anual: 3.5 pesos por kg de fruta fresca.

### 3.3.2. Naranja ‘Valencia’

La naranja ‘Valencia’ generalmente se cosecha entre enero y marzo en el estado de Veracruz (Curtí-Díaz *et al.*, 1998), similar comportamiento se observa en San Luis Potosí, aunque también hay una proporción de fruta que se cosecha entre julio y agosto (Garza *et al.*, 2003). En Morelos, se registra que el 50 % de la producción se cosecha entre los meses de Julio a Septiembre, un 21 % se cosecha entre diciembre y febrero (García *et al.*, 2011). Esto indica que la competitividad de la naranja de Morelos es debido a que parte de la producción se obtiene en meses donde el precio de la naranja es aceptable a nivel nacional. Recientemente se realizan estudios cuantitativos de la fenología de naranja valencia para determinar la floración y desarrollo del fruto en la región.

## 4. PATRONES O PORTAINJERTOS

La selección de patrones representa en la actualidad un aspecto de máxima importancia ya que de la selección depende el éxito o fracaso de la plantación (Agustí, 2003). El patrón perfecto no existe, sin embargo es muy importante que al seleccionarlo se tome en cuenta la compatibilidad patrón-injerto, su tolerancia o debilidad a enfermedades regionales, su adaptación a condiciones adversas de suelo y clima, así como la productividad y calidad de la fruta.

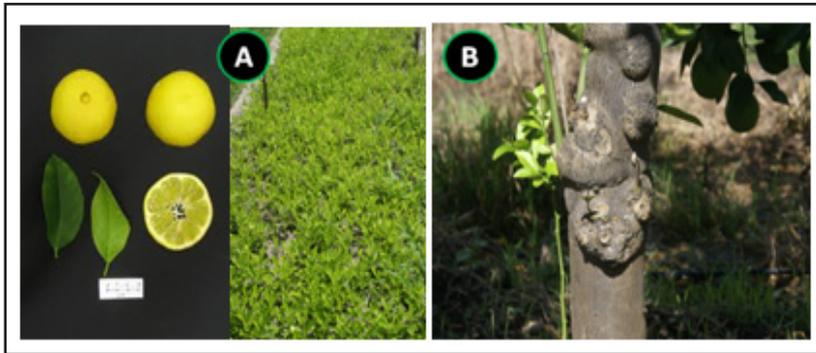
Curtí *et al.* (2007), indican que para seleccionar actualmente el patrón a usar hay que tener antecedentes de otras regiones del mundo, realizar análisis de suelo, contar con experiencias de productores y resultados de investigación. Una mala selección del patrón y/o yema puede acarrear

diferentes problemas como presencia de clorosis y poco desarrollo de los árboles en suelos calcáreos, ataques de *Phytophthora citrophthora* y *P. parasítica* (gomosis) (Salibe y Moreira, 1984), amarillamiento del limón persa, presencia del virus de la tristeza de los cítricos (VTC), etc. Todos los problemas indicados se presentan actualmente en Morelos.



**Figura 10.** A) Clorosis y poco desarrollo del árbol, B) Gomosis, C) Amarillamiento sectorial o Wood pocket en limón persa, D) Virus de la Tristeza de los Cítricos (VTC).

En Morelos la mayoría de naranjos y limones cultivados están injertados sobre *Citrus volkameriana*, el cual es un patrón considerado como tolerante a la tristeza, exocortis y psorosis. Desarrolla un sistema radical profundo, con dos o tres raíces principales. Los árboles presentan 62 % de raíces con más de 40 cm de profundidad del suelo y el restante debajo de esta profundidad. Tiene resistencia al encharcamiento. Es un patrón vigoroso, muy precoz y productivo en los primeros años. Se adapta bien a suelos alcalinos (pH entre 7.0 y 8.0), susceptible a *Phytophthora* sp., y a la sequia, pero es sensible al frío (Soller et al., 2009; Medina-Urrutia, 1994). Los limoneros injertados sobre este patrón presentan una excelente producción, similar a los injertados en *Citrus macrophylla*. (Ariza et al., 2004).



**Figura 11.** A) *Citrus Volkameriana* (B) Incompatibilidad injerto-patrón.

Para el establecimiento de huertas nuevas es muy importante tomar las siguientes consideraciones: a. Incluir patrones con diferentes características en una misma huerta ya que si se presenta un virus u otro factor limitante y el único patrón que se tiene es susceptible al mismo, se corre el riesgo de perder toda la plantación, b. Utilizar planta sana (certificada), c. Lotificar el terreno en base a diferencias (profundidad pendiente, drenaje, alcalinidad o acidez etc.), d. Ajustar las distancias de plantaciones a patrones seleccionados y a manejo futuro de podas, e. Desinfectar la herramienta al pasar de un árbol a otro etc.

Ariza *et al.* (2009), mencionan que los porta injerto Citrange Carrizo o Citrange Troyer, son patrones que se **adapta** bien a suelos ligeros, bien drenados y cuentan con un amplio rango de adaptación al pH, desde suelos ácidos hasta aquellos con un pH alto como es el caso de la mayoría del estado de Morelos, además son tolerantes a *Phytophthora* (gomosis) y al VTC, pero son menos productivos (Medina-Urrutia *et al.*, 2001)

Hernández *et al.* (2007), realizaron un estudio con el objetivo de determinar la tolerancia de 27 portainjertos para cítricos a *Phytophthora* bajo condiciones de vivero y laboratorio, determinando que el Citrange Carrizo y Citrange Troyer presentaron mayor tolerancia a esta enfermedad.

Stenzel y Neves (2004), indican que el comportamiento del portainjerto varía en dependencia del tipo de suelo, clima, enfermedades y practicas agronómicas. Por lo cual es necesario evaluar portainjertos en diferentes localidades del estado de Morelos y poder ofrecer alternativas para la producción cítrica de la entidad.



Figura 12. Frutos de Citrange Troyer

## 5. ESTABLECIMIENTO DEL HUERTO

Es importante realizar la planeación de actividades antes y al momento de la plantación, ya que es difícil y costoso realizar modificaciones posteriores.

### 5.1. Requerimientos agroclimáticos

#### 5.1.1 Limón 'Persa'

El limón 'Persa' se puede cultivar en una franja que va desde el Ecuador hasta los 40 grados de latitud norte y sur, donde predominan los climas tropicales y subtropicales. Se puede desarrollar en lugares con temporadas de lluvias de verano, teniendo en promedio 880 mm anuales y temperaturas que van desde 1 hasta 40 °C, prosperan mejor en terrenos de textura limo-arcillosa (CENSPLPLPCLL, 2011). En México se cultiva en Veracruz, Michoacán, Yucatán, Morelos, Puebla, Nayarit y Colima (SIAP, 2011).

#### 5.1.2. Naranja 'Valencia'.

La naranja es una especie subtropical, no tropical, durante su desarrollo las temperaturas deben ser entre 12.7 y 37.7 °C (Morton, 1987). Sin embargo en México la naranja se establece en regiones tanto con clima tropical (Veracruz, Tabasco) como subtropical (Tamaulipas y Nuevo León; además de Sonora). Las condiciones de cultivo son diferentes entre entidades por la topografía, altitud, tipos de suelo y su régimen de humedad (riego o temporal). Estas variaciones en ambiente y manejo, propician rendimientos variables dentro de una misma entidad como Veracruz (3 a 30 t ha<sup>-1</sup>) en el trópico y Tamaulipas (8 a 30 t ha<sup>-1</sup>) en el subtrópico. Los rendimientos son

menores en lomeríos (3-8 t ha<sup>-1</sup>) que en los terrenos planos (8-30 t ha<sup>-1</sup>) (Garza, 2003).

En Morelos, las huertas de limón 'Persa' se encuentran establecidas en la zona sur del estado en un clima cálido subhúmedo Aw<sub>0</sub> (Ornelas *et al.*, 1990); al comparar las condiciones climáticas con otras entidades productoras de naranja 'Valencia' se observa que existe variación en condiciones de clima, precipitación, altitud, dado que el pH del suelo y tipos de suelo son similares (Cuadro 4). Un aspecto interesante es el mayor rendimiento obtenido en Morelos, esto probablemente se deba al invierno con temperaturas menores que se tienen en la entidad con respecto a Veracruz y Colima.

Se indica que la temperatura mínima requerida para que los árboles de cítricos inicien su crecimiento es de 12.5 °C, al detenerse el crecimiento, se estimula la iniciación floral, por ello las bajas temperaturas de invierno favorecen la emergencia de una floración más intensa y homogénea cuando persisten numerosos frutos en el árbol (Garza *et al.*, 2003). En Morelos durante los meses de diciembre, enero y febrero, las temperaturas mínimas pueden ser entre 9.7 y 12.2 en las zonas productoras de naranja, razón por la cual se tienen floraciones en marzo.

Se ha señalado, que la floración en los árboles de cítricos en el trópico es más escasa e irregular, pero para propiciar una floración más intensa se recurre al estrés hídrico previo a la época normal de floración (Garza *et al.*, 2003).

**Cuadro 4.** Características del medio físico de zonas productoras de naranja 'Valencia' en México.

| Características | Morelos                      | Colima                                | Veracruz   |
|-----------------|------------------------------|---------------------------------------|--|
| Clima           | Subtrópico, cálido subhúmedo | Trópico semiárido cálido a muy cálido | Trópico subhúmedo; cálido a Trópico húmedo; cálido |
| Altitud (msnm)  | 1000-1150                    | 0-600                                 | 0-500  |

|                                    |   |         |   |
|------------------------------------|---|---------|---|
| Precipitación (mm)                 | 860-995                                       | 700-800 | 1000-2000   |
| Temperatura (°C)                   | 22.6-25.4                                     | 26      | 24-26   |
| Topografía y profundidad del suelo | Planicies y Lomeríos                          | Plana   | Plana (65 %), 40-100 cm prof. Lomerio (35 %) 20-30 cm |
| Tipos de suelo                     | Feozem haplico y calcarico, Litosol, Vertisol |         | Regosol, Cambisol, Feozem, Vertisol                   |
| pH                                 | 7.0-8.0                                       | 7.0-8.3 | 5.4-8.9   |
| Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )  | 23.6  | 12.3    | 12.8  |

## 5.2. Selección de planta.

Las plantas injertadas de naranja 'Valencia' y limón 'Persa' deben obtenerse en viveros registrados que garanticen su identidad genética y sanidad. Si bien la planta certificada es más cara que la planta que se produce tradicionalmente, si se comparan costos por este concepto la diferencia es mínima y el beneficio es mayor. Actualmente es importante establecer plantas certificadas que garanticen estar libre de enfermedades como Huanglongbing (Dragón amarillo), el virus de la tristeza de los cítricos, etc. Algunas sugerencias para la adquisición de la planta son las siguientes: a. Es importante que la altura del injerto sea superior a 30 cm, para prevenir que al momento de la plantación el injerto quede muy cerca del suelo y pueda dañarse por gomosis, ya que es susceptible a esta enfermedad (Medina-Urrutia *et al.*, 2001), b. Utilizar planta con la copa formada (Figura 13), c. Evitar plantas con ramas que emergen de un mismo punto porque se corre el riesgo de producir plantas con tallos torcidos ó colgados hacia el suelo y con desgajamientos (Figura 14).



**Figura 13.** Injerto recomendado



**Figura 14.** Injerto no recomendado

### **5.3. Elección de terreno**

La sugerencia es establecer la plantación en suelos francos o franco-arenosos con buena cantidad de materia orgánica, con pendiente suave y buen drenaje; cuando se siembre en tierras con mucha pendiente hay que hacerlo en curvas a nivel y en terrazas individuales para facilitar la recolección del fruto. Evitar suelos salinos ya que la planta no puede aprovechar el hierro, zinc, magnesio y manganeso, lo que limita de manera significativa el crecimiento de la

planta y producción de la fruta. El suelo debe tener por lo menos 1 metro de profundidad antes del tepetate ó el nivel freático del agua. Medina-Urrutia *et al* (2001) mencionan que es indispensable un abastecimiento seguro de agua para dar riegos adecuados y oportunos durante la época de sequía.

#### **5.4. Preparación de terreno**

En terrenos planos (con pendiente máxima de 3 %) con una buena profundidad y sin otros factores limitantes es conveniente realizar un barbecho de 20 a 30 cm y posteriormente un rastreo para desmenuzar los terrones, si el suelo esta muy compacto realizar un subsoleo, finalmente se efectúa la nivelación y las obras de riego y drenaje. Otero (2003), menciona que en terrenos con pendiente moderada (5-8 %) deben establecerse curvas de nivel y realizar obras de conservación como las terrazas cuando las pendientes son mayores.

#### **5.5. Densidades de plantación y espaciamientos**

La densidad de plantacion se refiere al número de árboles por hectárea y está determinada por el arreglo o diseño y por la distancia de la plantación (Otero, 2003). Las altas densidades de plantacion han mostrado ser altamente productivas, ya que aprovechan eficientemente el terreno, se hace uso optimo de la energia solar, agua y nutrientes, obteniendo altos rendimientos en una menor area de suelo. Con esta practica se recupera rapidamente la inversion inicial.

#### **5.6. Sistemas de plantación**

Para la produccion de frutales encontramos varios sistemas, los cuales se diferencian por el arreglo de las plantas en cuadrado, rectangulos y triangulos, así como la orientacion de las hileras que pueden ser sencillas o dobles. Para la plantación de cítricos se recomienda un sistema de plantación en cuadro o rectángulo, siendo este último el mas utilizado en la actualidad (Ariza *et al.*, 2009).

#### **5.7. Trazo de plantación**

Para esta actividad es muy importante considerar el sistema de explotación y manejo del huerto a utilizar; tipo de maquinaria, tipo de poda, la ubicacion

de calles, drenes y canales, pendiente del terreno, vida útil que se le piensa dar a la plantación, costo de producción y rendimiento deseado.

En Morelos las plantaciones se establecieron a 7 x 4 ó 6 x 4 m de distancia entre árboles y líneas. El trazado de hileras debe orientarse de norte-sur. Así, los setos de árboles adultos recibirán por la mañana los rayos del sol en un lado de la copa (oriente) y en la tarde los recibirán por el otro lado (poniente; Figura 15). La luz es necesaria ya que determina en gran parte la calidad de la fruta, especialmente sabor y color.



**Figura 15.** Orientación adecuada de hileras en cítricos.

Una forma de incrementar la productividad de los cítricos en general es el desarrollo de sistemas de producción en alta densidad, mismos que se están desarrollando en Brasil; actualmente se tienen recomendaciones de densidades de 750 árboles de naranja 'Valencia' sobre portainjerto Swingle por hectárea, a una densidad de plantación de 5.9 x 2.5 m (Bassaneza, 2011). Mientras que en limón persa injertado sobre *Poncirus trifoliata* var. monstrosa, se reportan que densidades de plantación de 4 x 1 m producen 26.1 t ha<sup>-1</sup> y la calidad de la fruta es comercial (Stuchi *et al.*, 2003).

En Morelos es necesario evaluar estos sistemas para determinar su comportamiento.

## 5.8. Plantación

La plantación se puede llevar a cabo en cualquier época del año, siempre

y cuando se disponga de agua para regar las plantas, aunque resulta más práctico y económico realizarla durante el periodo de lluvias ya sea por la mañana o por la tarde Ariza *et al.* (2009). Es recomendable que las plantas injertadas tengan 1.0 m de altura (Figura 16). El tamaño de la cepa va a depender de las características del suelo principalmente. En suelos fértiles no se abrirán hoyos grandes, en cambio en suelos calizos estos serán mayores, se recomienda hacer cepas de 60 x 60 x 60 centímetros (Curtí *et al.*, 2000). Procurar que el cuello de la raíz quede al nivel del suelo, se eliminan las raíces dobladas y mal formadas. Finalmente en caso de ser necesario se rellena con materia orgánica para mejorar el suelo; inmediatamente, se sugiere dar un riego para eliminar los espacios grandes de aire y mejorar el contacto de la raíz con el suelo.



**Figura 16.** Planta injertada en huerta

## 6. PODA

La eliminación y/o acortamiento de parte de las ramas de un árbol para facilitar la formación, la iluminación y la aireación de su copa, con el fin de mejorar la producción y la calidad de los frutos, recibe el nombre de poda (Agustí, 2003).

## **6.1. Objetivos de la poda**

Los objetivos principales de esta práctica son mejorar la estructura del árbol, aprovechar la luz al máximo (interna y externa de la copa), incrementar el rendimiento y calidad de la fruta así como promover floración en periodos deseados.

La obtención de una forma, tamaño y volumen del árbol favorece la producción de cosechas abundantes, equilibradas en su reparto en el árbol y regulares con los años, al mismo tiempo que facilita su protección y recolección, reduciendo costos y mejorando su rentabilidad.

El tipo de poda depende de varios factores como son la edad, el vigor de los arboles, el sistema de plantación y de los objetivos que se persigan (Ariza *et al.*, 2009).

## **6.2. Tipos de poda**

### **6.2.1. Selectiva**

#### **a) Poda de formación**

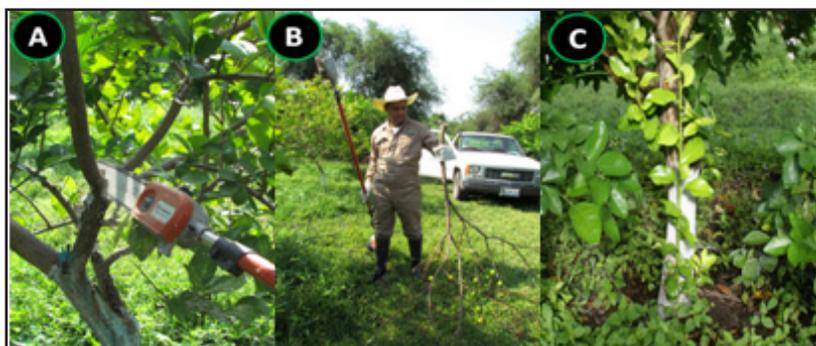
La poda de formación se lleva a cabo desde el primer mes de plantado en terreno definitivo y después continuar cada tres meses, con la finalidad de formar un armazón fuerte y vigoroso, capaz de soportar las futuras cosechas.

Esta práctica consiste en realizar un despunte de la planta 10 cm, para estimular la brotación lateral de las yemas, seleccionar 3-4 ramas principales que serán las que formaran el armazón del árbol, hacer un segundo despunte, seleccionar ramas secundarias y eliminar chupones y ramas largas.

#### **b) Podas de mantenimiento**

Esta práctica persigue mantener la sanidad y capacidad productiva del árbol y se realiza en arboles adultos.

Consiste en la eliminación de ramas de difícil acceso, secas, enfermas e improductivas y chupones (Figura 17 A y B). Los chupones se originan abajo del injerto- patrón (Figura 17C). Lo recomendable es eliminar los chupones cuando están tiernos (5 cm de largo), ya que podrán ser extirpados fácilmente con la mano de tal manera la herida provocada al ser mas pequeña no necesita de alguna medida de protección.



**Figura 17.** (A y B) Eliminación de ramas secas y enfermas (C) Chupones originados abajo del injerto patrón.

Ariza *et al.* (2004), mencionan que la falda del árbol ubicada entre los 0.5 a 1.0 m de altura es donde se concentra la mayor cantidad de cosecha, por lo que se debe de podar poco y solamente basta con controlar su desarrollo eliminando las ramas que tienden a rastrear, que se entrecruzan y las que se secan o están dañadas por enfermedades; 40 cm de altura de la falda del árbol son suficientes para evitar que frutos y hojas entren en contacto directo con el suelo. Las ventajas del faldeo son: facilita la entrada de equipo, la inspección de implementos de riego y mejora la aireación (menos pudrición por gomosis en tronco y pudrición por *Phytophthora* en fruto).

Si la poda de formación no se realizó de manera adecuada es probable que se tengan que eliminar ramas entrecruzadas y para ello vamos a eliminar las ramas con menos follaje para permitir que la rama de a lado sea mas vigorosa y cubra toda la copa.

Esta práctica se realiza generalmente después de cada cosecha. En Morelos, de acuerdo a estudios realizados por Alia *et al.* (2011) mencionan que las principales cosechas en limón 'Persa' se obtienen en los meses de Marzo, Julio y Noviembre. En naranja no se cuenta con estudios de investigación sin embargo los productores mencionan que las cosechas se obtienen en los meses de enero a marzo y julio a septiembre.

El hecho de realizar esta práctica al final de cada cosecha permite llevar acabo podas ligeras; cualquier retraso en esta labor, las podas serán más severas,

lo que va implicar un mayor gasto económico, así como una disminución y retraso en la recuperación del rendimiento del árbol.

### c) Poda de regeneración

Se utiliza en plantas con poco vigor, amarillamiento, ramas secas y baja producción debido a la edad avanzada de los arboles y al mal manejo en su producción. Agustí *et al.* (2003), mencionan que es requisito indispensable que los arboles estén sanos para que la puedan soportar.

Con esta práctica se elimina la copa casi en su totalidad, dejando al árbol con solo 4-6 ramas principales con el fin de promover la producción de nuevos brotes, de gran vigor a partir de las yemas latentes. Se pierde la cosecha en al menos dos años siguientes.

**Figura 18.** (A) Eliminación de ramas secas y enfermas (B) árbol con 4-5 ramas principales.

#### 6.2.2. Podas No selectivas

##### a) Poda mecanizada

Este tipo de poda no se utiliza en Morelos, sin embargo en otros estados como Veracruz y Tabasco donde se manejan altas densidades y la superficie establecida es amplia, hacen ineludible la mecanización de las labores.



**Figura 19.** Poda mecanizada

En este caso no existe la selección de ramas a podar, solo se limita a dar forma a los arboles, reduciendo su altura y anchura para abrir calles donde puedan pasar las personas y maquinaria.

Se carece de resultados experimentales en limón persa para el estado de Morelos, pero en otros cítricos se realiza en las partes laterales y alta de las plantas para mantenerlas con una altura promedio de 3.5 a 4 m y con un diámetro de copa de 4 a 5 m. Se pueden aplicar ángulos de corte de 10 a 15 grados.

### 6.3. Recomendaciones generales en Morelos

En la poda se recomienda utilizar tijeras cortas y de mango largo, serruchos, cortasetos y motosierra telescópica. Para evitar interrupción en el paso de la savia hay que evitar dejar tocones al momento de cortar una rama (Figura 20) es decir, los cortes se hacen al ras del tronco o rama de origen para que la cicatrización sea más rápida (Figura 21). Los cortes gruesos con diámetro mayor a 5 cm se deben cubrir con pintura o con una pasta bordelesa (Ariza et al., 2004), con esto evitamos la desecación e infecciones generalmente producidas por hongos (Soler et al., 2008). Después de podar un árbol es necesario la desinfección de la herramienta con una solución de cloro 1:6 (Curtí-Díaz et al., 1998).



Figura 20. Mal corte



Figura 21. Corte deseado cubierto con pintura

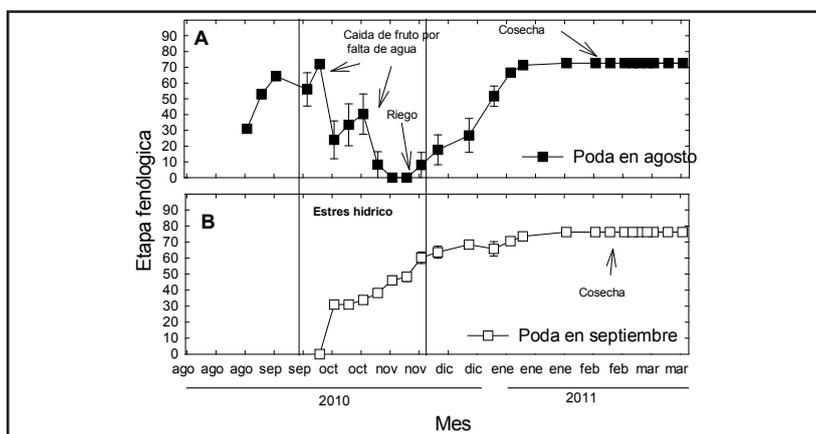
### 6.3.1. Limón 'Persa'

Lo mejores precios del limón persa generalmente son en invierno (Schewentesius y Gómez, 2005), principalmente en los meses de febrero y marzo. En Morelos, resultados preliminares muestran que la producción para febrero o marzo se puede programar mediante podas en el mes de agosto y septiembre.

Se ha observado que en los árboles podados en agosto el desarrollo de brotes fue en el mes de agosto y la floración a finales del mismo (Figura 22A). Posteriormente se detectó caída de frutos y no se observaron cambios fenológicos importantes en los árboles hasta noviembre, donde hubo desarrollo de brotes, floración y cuajado de algunos frutos (Figura 22A). Los frutos que cuajaron en ese mes tuvieron abscisión en la primer semana de enero (Figura 22A). Posteriormente, en la segunda semana de diciembre hubo una nueva brotación y floración en la tercer semana del mismo mes (Figura 22A). El cuajado de fruto se observó en la última semana de diciembre, estos frutos fueron cosechados a partir de la última semana de febrero (Figura 22A).

Los frutos arboles podados a finales septiembre, tuvieron brotación de la segunda semana de octubre hasta la primer semana de noviembre (Figura 22B). El desarrollo de flores y la floración se observó desde mediados de noviembre hasta la última semana del mismo mes (Figura 22B). El cuajado de frutos fue en la primer semana de diciembre y el desarrollo del fruto inicio en la segunda semana hasta finales de febrero (Figura 22 B). Los rendimientos fueron de 1035 kg ha<sup>-1</sup> en los árboles podados en agosto y de 1450 en los árboles podados en septiembre.

Con lo anterior descrito se sugiere que las podas de septiembre son las que pueden formar mayor desarrollo de frutos en el mes de febrero a marzo, que son los meses de mayor valor de la producción en limón 'Persa'.



**Figura 22.** Etapas fenológicas (BBCH) en arboles de limón ‘Persa’ cultivados en Tlaltizapán, Morelos. Cada punto representa la media de 36 observaciones y su error estándar. Escala BBCH, 00= desarrollo de la yema, 10=desarrollo de hojas, 30=desarrollo de brotes, 50=desarrollo de flores, 60=floración,70= desarrollo del fruto, 80= maduración del fruto, 90= maduración del fruto (Agustí, 2004).

### 6.3.2. Naranja ‘Valencia’

En naranja la poda se recomienda al finalizar la cosecha y dado que puede coincidir con la época de mayor precipitación en la entidad, se deben realizar aplicaciones de selladores de heridas en ramas de más de 5 cm, los selladores pueden ser pintura vinilica, o pasta bordelesa. Aplicaciones de Ridomil® en dosis de 1 L ha<sup>-1</sup>, son recomendables.

## 7. NUTRICIÓN

Para obtener rendimientos altos en una huerta de limón ‘Persa’ o naranja ‘Valencia’ y con fruta de calidad, es necesario que en cada ciclo de producción se repongan los nutrientes que el árbol toma del suelo, de lo contrario el suelo se empobrece cada vez más y los rendimientos son menores (Curtí-Díaz et al., 1998; Curtí-Díaz et al., 2000). Diecisiete elementos son considerados necesarios para el desarrollo de las plantas: carbono (C), oxígeno (O), hidrógeno (H), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y níquel (Ni) (Zerki y Obreza, 2009).

Un elemento esencial se define como aquel que es un componente intrínseco en la estructura o metabolismo de una planta o cuya ausencia ocasiona severas anomalías en el crecimiento, desarrollo o reproducción de las plantas (Epstein y Bloom, 2005). Las plantas obtienen C, H y O del dióxido de carbono y agua (Taiz y Zeiger, 2010). Los restantes elementos, llamados nutrientes minerales, son obtenidos del suelo.

Los elementos minerales se clasifican en macronutrientes y micronutrientes de acuerdo a su concentración relativa en el tejido vegetal (Zerki y Obreza, 2009; Taiz y Zeiger, 2010). Los elementos clasificados como macronutrientes son: N, P, K, Ca, Mg y S, mientras que los micronutrientes son el Fe, Zn, Cu, Mn, B, Mo, Ni y Cl (Zerki y Obreza, 2009).

En los cítricos, se requiere un buen programa de fertilización donde con el mínimo de fertilizante se obtenga el máximo rendimiento nutrimental del huerto, utilizando distintas técnicas existentes como son: a) el conocimiento de las necesidades nutrimentales de los cítricos, b) análisis del suelo, c) análisis foliar, d) expresión de síntomas de árboles y e) resultados de experimentos de fertilización. Ninguna de ellas es suficiente para el objetivo indicado, por lo que deben complementarse (Medina-Urrutia *et al.*, 2001).

### 7.1. Requerimientos nutricionales de limón 'Persa' y naranja 'Valencia'

Para el caso de limón 'Persa' y naranja 'Valencia' se cuenta con reportes recientes de la cantidad de elementos que extraen estas especies (Cuadro 6) Basado en esta información se puede calcular que en Morelos con los rendimientos promedio de  $11.28 \text{ t ha}^{-1}$  se tienen extracciones de 85.7, 26.0, 74.4, 143.2, 21.4, 2.9, 0.29, 0.20 y  $0.0045 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn y Cu en limón persa, en tanto que para naranja valencia las extracciones son de 240.7, 44.8, 250.1, 101.4, 44.8, 3.0, 2.5, 0.63 y  $0.70 \text{ kg ha}^{-1}$  de los elementos antes mencionados en el mismo orden. Medina-Urrutia *et al.* (2001), mencionan que en limón mexicano las extracciones para rendimientos de  $30 \text{ t ha}^{-1}$  son de 270, 60, 350 y  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, P, K y Mg, respectivamente.

**Cuadro 6.** Extracción de diferentes elementos (kg) por tonelada de fruta de limón 'Persa' y naranja 'Valencia' en Tlaltzapán y Tepalcingo, Morelos respectivamente.

| Especie                            | N    | P   | K    | Ca   | Mg   | Fe     | Zn    | Mn    | Cu      |
|------------------------------------|------|-----|------|------|------|--------|-------|-------|---------|
| 'Limón<br>Persa' <sup>1</sup>      | 7.5  | -   | 14.6 | 9.0  | -    | -      | -     | -     | -       |
| 'Limón<br>persa' <sup>2</sup>      | 7.6  | 2.2 | 6.6  | 12.7 | 1.9  | 0.26   | 0.026 | 0.018 | 0.0004  |
| 'Naranja<br>valencia' <sup>1</sup> | 1.5  | 0.2 | 1.6  | 1.5  | 0.41 | 0.0073 | 0.003 | 0.002 | 0.00076 |
| 'Naranja<br>valencia' <sup>2</sup> | 10.2 | 1.9 | 10.6 | 4.3  | 1.9  | 0.13   | 0.106 | 0.027 | 0.030   |

Fuente: <sup>1</sup>Mattos (2010); Paramisivan et al. (2006); <sup>2</sup>Análisis de fruta de Morelos.

## 7.2. Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo

Los principales aspectos que pueden conocerse cuando estos análisis se realizan en un laboratorio acreditado son: 1) Contenido de cada uno de los nutrimentos minerales existentes en el suelo, aunque normalmente no se indica si estos se encuentran disponibles o no para el árbol; 2) el pH del suelo, el cual indica el grado de acidez o alcalinidad del mismo, lo que permite prever cuales elementos pueden ser un problema de nutrición de los árboles; 3) la textura del suelo, la cual está relacionada con el desarrollo del sistema radical del árbol y que junto con el pH ayuda a definir la fuente de fertilizante más adecuada para ese terreno; 4) el contenido de materia orgánica que puede estar relacionado con la estructura del suelo, retención de la humedad y actividad microbiana; entre otros (Medina-Urrutia *et al.*, 2001).

En Morelos se han realizado algunos análisis de estas características en suelos con árboles de limón 'Persa' y naranja 'Valencia' de diferentes edades (Cuadro 7). La interpretación del análisis se realiza verbalmente para explicar el significado relativo de los valores obtenidos, de tal forma que se utilizan categorías como muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (Cuadro 8).

La categoría muy bajo indica que el suelo puede suministrar poco de los Requerimientos Nutricionales del Cultivo (RNC), por lo que la mayoría de los nutrientes deben ser suministrados mediante fertilizantes. Las categorías de bajo y medio significan que proporcionalmente más de los RNC pueden ser suministrados por el suelo al cultivo, lo que resulta en necesidades reducidas de fertilización. Cuando los resultados de los análisis de suelo entran en la categoría de alto o muy altos, todos los RNC pueden satisfacer del suelo y no se requiere fertilización (Obreza *et al.*, 1999).

Los análisis del suelo realizados en Morelos, indican que las huertas muestreadas están ubicadas en suelos con pH entre 7.6 y 8.1 en limón 'Persa' y entre 7.1 y 8.1 naranja 'Valencia' (Cuadro 7), por lo que se consideran como alcalinos. La materia orgánica es en promedio baja, 2.1 %,

con un rango de variación entre 1.1 y 4.8 %. El contenido de P en el suelo, es medio (Cuadro 8), sin embargo la variación es desde 3.9 hasta 69.9 mg kg<sup>-1</sup> (Cuadro 7), por lo cual se sugiere realizar enmiendas de acuerdo a los resultados en cada huerta en particular. Los suelos tienen un contenido alto en Ca y Mg, mientras que el Cu es medio (Cuadro 8). Estas interpretaciones sugieren la aplicación de P en la fertilización de limón persa y naranja valencia. Sin embargo, es importante indicar que el contenido de N, el nutrimento de mayor demanda por las plantas debe suministrarse continuamente para lograr buena calidad y rendimiento.

**Cuadro 7.** Resultados del análisis físico-químico de suelos de diferentes huertas de limón persa (LP) y naranja valencia (NV) en el estado de Morelos. 2008.

| Especie | Edad<br>(Años) | Localidad    | pH  | M.O.<br>(%) |      |      |       |
|---------|----------------|--------------|-----|-------------|------|------|-------|
|         |                |              |     |             | N    | P    | K     |
| LP      | 3              | Tlaltizapán  | 8.1 | 1.5         | 33.4 | 11.0 | 528.0 |
| LP      | 14             | Tlaltizapán  | 8.0 | 1.9         | 26.0 | 18.6 | 282.0 |
| LP      | 14             | Tlaltizapán  | 8.0 | 1.2         | 10.3 | 3.9  | 172.0 |
| LP      | 2              | San Rafael   | 8.0 | 1.2         | 10.3 | 3.9  | 172.0 |
| LP      | 3              | Tlaltizapán  | 8.1 | 2.2         | 26.0 | 54.0 | 468.0 |
| LP      | 1.2            | Temimilcingo | 7.9 | 4.8         | 18.6 | 24.8 | 404.0 |
| LP      | 2              | San Rafael   | 7.9 | 2.7         | 29.7 | 34.0 | 426.0 |
| LP      | 2              | Pueblo Nuevo | 7.6 | 2.6         | 33.4 | 43.0 | 204.0 |
| NV      | 4              | Zacapalco    | 7.4 | 1.8         | 13.7 | 20.7 | 617.0 |
| NV      | 4              | Zacapalco    | 7.6 | 3.6         | 17.2 | 28.5 | 472.0 |
| NV      | 1.5            | El vergel    | 8.0 | 4.2         | 51.9 | 69.9 | 718.0 |
| NV      | 4              | Tlaltizapán  | 7.4 | 2.0         | 13.7 | 10.1 | 344.0 |
| NV      | 4              | Tlaltizapán  | 7.1 | 1.1         | 6.0  | 16.2 | 196.0 |
| NV      | 4              | Tlaltizapán  | 7.2 | 1.9         | 30.9 | 32.8 | 335.0 |
| NV      | 4              | Zacapalco    | 7.5 | 2.8         | 10.3 | 7.3  | 364.0 |
| NV      | 4              | Zacapalco    | 7.5 | 1.5         | 6.9  | 9.5  | 384.0 |
| NV      | 4              | Tlayecac,    | 8.1 | 1.8         | 40.8 | 19.7 | 670.0 |
| NV      | 4              | Zacapalco    | 7.7 | 2.7         | 10.3 | 4.6  | 349.0 |
| NV      | 5              | Zacapalco    | 7.7 | 1.8         | 24.0 | 9.2  | 610.0 |
| NV      | 4              | Zacapalco    | 7.7 | 1.8         | 24.0 | 9.2  | 610.0 |
| NV      | 4              | Zacapalco    | 7.6 | 1.5         | 17.2 | 14.1 | 363.0 |
| NV      | 4              | Zacapalco    | 7.6 | 1.9         | 17.2 | 24.4 | 484.0 |
| NV      | 4              | Zacapalco    | 7.5 | 1.8         | 13.7 | 13.2 | 408.0 |
| NV      | 4              | Zacapalco    | 7.6 | 2.4         | 6.9  | 7.8  | 267.0 |
| NV      | 4              | Zacapalco    | 7.8 | 1.1         | 24.0 | 19.0 | 211.0 |
|         |                | Promedio     | 7.6 | 2.1         | 19.3 | 18.6 | 435.4 |

| Elementos (mg kg <sup>-1</sup> ) |        |      |      |     |       |     |      |                          |
|----------------------------------|--------|------|------|-----|-------|-----|------|--------------------------|
| Ca                               | Mg     | Fe   | Mn   | Zn  | Cobre | B   | CIC  | Dap (g cm) <sup>-3</sup> |
| 62.7                             | 723.0  | 6.7  | 3.0  | 4.7 | 9.9   | 0.7 | -    | 1.2                      |
| 1629.0                           | 546.0  | 14.4 | 9.1  | 8.2 | 2.7   | 0.7 | -    | 1.3                      |
| 6288.0                           | 2174.0 | 4.0  | 1.9  | 0.7 | 1.7   | 1.2 | 22.0 | -                        |
| 6288.0                           | 2174.0 | 4.0  | 2.0  | 0.7 | 1.7   | 1.2 | 22.0 | -                        |
| 7715.0                           | 797.0  | 4.6  | 13.5 | 5.4 | 2.4   | 3.3 | -    | -                        |
| 6375.0                           | 1029.0 | 4.8  | 12.8 | 1.1 | 1.7   | 1.1 | -    | 1.1                      |
| 6619.0                           | 794.0  | 2.7  | 21.7 | 3.2 | 1.2   | 0.7 | -    | 1.1                      |
| 5460.0                           | 1180.0 | 7.5  | 19.1 | 6.9 | 3.7   | 0.8 | -    | 1.1                      |
| 5134.0                           | 3570.0 | 10.9 | 15.5 | 3.2 | 1.7   | 1.7 | 37.0 | -                        |
| 9606.0                           | 2170.0 | 4.0  | 4.2  | 1.5 | 1.8   | 1.0 | 21.0 | -                        |
| 5484.0                           | 664.0  | 4.3  | 22.6 | 0.7 | 1.0   | 2.0 | -    | 1.2                      |
| 5918.0                           | 2450.0 | 11.2 | 17.5 | 3.5 | 1.4   | 1.2 | 32.0 | -                        |
| 1576.0                           | 1604.0 | 12.4 | 27.7 | 0.6 | 0.7   | 0.5 | 16.0 | -                        |
| 7767.0                           | 2534.0 | 10.1 | 14.6 | 3.0 | 6.1   | 1.3 | 27.0 | -                        |
| 4020.0                           | 2826.0 | 11.5 | 11.1 | 0.8 | 0.5   | 1.4 | 26.0 | -                        |
| 7078.0                           | 2642.0 | 7.2  | 11.7 | 0.6 | 1.4   | 1.3 | 25.0 | -                        |
| 5682.0                           | 486.0  | 2.5  | 13.3 | 4.0 | 0.5   | 0.9 | -    | 1.0                      |
| 10458.0                          | 2508.0 | 4.7  | 6.3  | 1.0 | 1.3   | 1.6 | 32.0 | -                        |
| 7722.0                           | 2144.0 | 5.7  | 7.0  | 1.2 | 1.5   | 1.1 | 38.0 | -                        |
| 772.0                            | 2144.0 | 5.7  | 7.0  | 1.2 | 1.5   | 1.1 | 38.0 | -                        |
| 5388.0                           | 3096.0 | 11.3 | 30.1 | 1.6 | 1.2   | 1.7 | 31.0 | -                        |
| 8370.0                           | 2962.0 | 4.6  | 8.6  | 3.3 | 2.3   | 1.4 | 36.0 | -                        |
| 8502.0                           | 1970.0 | 9.5  | 9.2  | 1.7 | 1.3   | 0.7 | 27.0 | -                        |
| 5008.0                           | 1826.0 | 10.8 | 14.8 | 0.8 | 0.3   | 1.0 | 22.0 | -                        |
| 3668.0                           | 2388.0 | 14.3 | 35.1 | 0.5 | 1.7   | 0.6 | 24.0 | -                        |
| 6009.0                           | 2234.4 | 8.3  | 15.1 | 1.7 | 1.5   | 1.2 | 28.8 | 1.1                      |

**M.O.= Materia Orgánica, CIC= Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g), Dap= Densidad aparente del suelo.**

**Cuadro 8.** Interpretación de análisis de suelo en cítricos

| Elemento | Interpretación del suelo |       |       |       | Muy alto |
|----------|--------------------------|-------|-------|-------|----------|
|          | Muy bajo                 | Bajo  | Medio | Alto  |          |
|          | mg kg <sup>-1</sup>      |       |       |       |          |
| P        | < 10                     | 10-15 | 16-30 | 31-60 | < 60     |
| Mg       |                          | < 15  | 15-30 | >30   |          |
| Ca       |                          |       | 250   | >250  |          |
| Cu       |                          |       | <25   | 25-50 | >50      |

Fuente: Obreza y Morgan (1998).

### 7.3. Diagnostico visual

Para determinar las deficiencias nutrimentales del árbol se pueden realizar observaciones de la coloración de las hojas maduras y jóvenes. Cuando un elemento está en niveles bajos generalmente las hojas lo manifiestan mediante una sintomatología bien definida (Medina-Urrutia *et al.*, 2001).

Las deficiencias de N se manifiestan por amarillamiento general en el follaje. Las hojas adultas presentan clorosis en toda la superficie. En un principio las hojas jóvenes muestran color verde claro (Medina-Urrutia *et al.*, 2001). Las deficiencias de P se distinguen mejor en la fruta (Medina-Urrutia *et al.*, 2001). El fruto muestra la epidermis de mayor grosor, con menor contenido de jugo y mayor acidez (Futch y Tucker, 2008), los gajos del fruto no se juntan en el centro. Aunque raramente observado, las hojas adultas presentan un bronceado.

La carencia de K genera que el margen de las hojas sea bronceado mientras que la lamina foliar presenta falta de brillo, se enrolla y arruga, las brotaciones son débiles y forman una "S" (Medina-Urrutia *et al.*, 2001). Los frutos son pequeños, con cascara suave y delgada, con gran susceptibilidad al rajado y abscisión (Futch y Tucker, 2008). Recientemente, Rodríguez *et al.* (2005), determinaron correlaciones positivas entre el incremento de la dosis de K en la fertilización con un mayor tamaño del fruto de naranja valencia.

Cuando hay deficiencias de Zn, generalmente se presentan síntomas en brotes terminales, los entrenudos son cortos por lo que aparenta una roseta (Medina-Urrutia *et al.*, 2001). En las hojas se observan bandas verdes irregulares en la parte media de las venas de la hoja de la hoja (Zerki y Obreza, 2009 b). Las hojas también son de tamaño pequeño, puntiagudo y angosto.

La deficiencia de Mg se observa como manchas irregulares de color amarillo cerca de la base de las hojas, a través de las partes medias de hojas maduras que están cerca de frutos. Las manchas generalmente coalescen hasta que solo el ápice y la base de la hoja son de color verde, observándose una “V” invertida (Figura 23A, Zerki y Obreza, 2009 a).

La deficiencia de Fe en los cítricos se observa en las hojas jóvenes, las cuales parecen de color amarillo pálido y en ocasiones blancas con las nervaduras de color verde intenso comparado con el resto de las hojas (Figura 23B; Serki y Obreza, 2009 b).



**Figura 23.** Deficiencias de (A) Magnesio (B) Hierro en limón ‘Persa’.

La falta de Mn en los cítricos se observa en hojas maduras y jóvenes, siendo los síntomas severos en las partes sombreadas de los árboles. Se observan bandas verdes oscuras a lo largo de las nervaduras y con franjas verde claro entre las bandas. Las hojas deficientes de Mn no disminuyen su tamaño (Serki y Obreza, 2009; Medina-Urrutia *et al.*, 2009).

Las deficiencias de B se detectan en los frutos, ya que son pequeños, deformes, de consistencia dura y de cascara gruesa, con sacos de goma en el alvéolo y proliferación de brotes múltiples (Medina-Urrutia *et al.*, 2009). La deficiencia de Cu es conocida como muerte regresiva de ramas jóvenes.

Algunas rama son vigorosas, largas, suaves y angulares, frecuentemente en forma de "S" y en ocasiones caen (Zerki y Obreza, 2009 c).

#### 7.4. Análisis foliar

El análisis foliar es una práctica común para corroborar las deficiencias visuales, en su caso permite detectar excesos nutrimentales en el árbol. Además, permite hacer más eficiente el uso de fertilizantes (Medina-Urrutia *et al.*, 2001). Análisis recientes en huertas de limón persa y naranja valencia se han realizado en Morelos (Cuadro 9) y considerando la guía de interpretación de Curtí-Díaz *et al.* (1998; Cuadro 10) y Obreza *et al.* (1999; Cuadro 11), se puede deducir que en promedio las huertas muestreadas tienen niveles bajos de N, alto en P, óptimo de K, bajo de Ca, óptimo en Mn, exceso de Fe, alto en Cu, deficiente en Zn y óptimo en Mn.

**Cuadro 9.** Elementos de análisis foliares en limón persa y naranja valencia en el estado de Morelos. 2008.

| Especie | Edad (años) | Localidad    | Elementos |     |     |     |     |       |      |      |       |  |
|---------|-------------|--------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-------|------|------|-------|--|
|         |             |              | N         | P   | K   | Ca  | Mg  | Fe    | Cu   | Zn   | Mn    |  |
| LP      | 3           | Tlaltizapán  | 2.6       | 0.2 | 0.9 | 2.9 | 0.4 | 584.9 | 6.9  | 49.9 | 420.5 |  |
| LP      | 14          | Tlaltizapán  | 2.4       | 0.2 | 0.8 | 2.9 | 0.3 | 96.3  | 6.4  | 19.2 | 115.9 |  |
| LP      | 14          | Tlaltizapán  | 2.4       | 0.2 | 0.8 | 2.7 | 0.3 | 25.2  | 6.7  | 14.9 | 54.1  |  |
| LP      | 3           | Tlaltizapán  | 2.2       | 0.3 | 0.9 | 2.6 | 0.3 | 142.7 | 19.8 | 40.8 | 196.4 |  |
| LP      | 1.2         | Temimilcingo | 1.6       | 0.3 | 1.8 | 2.0 | 0.3 | 132.9 | 2.3  | 17.9 | 62.5  |  |
| LP      | 2           | San Rafael   | 2.4       | 0.2 | 1.2 | 2.5 | 0.3 | 283.1 | 9.4  | 17.8 | 76.1  |  |
| LP      | 2           | Pueblo Nuevo | 2.0       | 0.2 | 0.8 | 3.1 | 0.3 | 376.6 | 2.3  | 17.1 | 47.2  |  |
| NV      | 4           | Zacapalco    | 2.6       | 0.2 | 0.9 | 3.3 | 0.2 | 316.0 | 14.9 | 10.2 | 78.4  |  |
| NV      | 4           | Zacapalco    | 2.6       | 0.2 | 1.1 | 2.8 | 0.3 | 280.7 | 33.1 | 16.3 | 91.3  |  |
| NV      | 1.5         | El vergel    | 1.8       | 0.2 | 1.7 | 2.2 | 0.4 | 155.1 | 12.4 | 11.0 | 70.8  |  |
| NV      | 4           | Tlayecac,    | 2.0       | 0.2 | 0.9 | 3.0 | 0.3 | 486.4 | 36.1 | 24.2 | 43.6  |  |
| NV      | 4           | Zacapalco    | 2.4       | 0.2 | 1.6 | 2.3 | 0.3 | 101.9 | 3.1  | 11.2 | 33.6  |  |
| NV      | 4           | Zacapalco    | 2.6       | 0.3 | 0.9 | 2.8 | 0.3 | 120.0 | 6.4  | 11.5 | 76.2  |  |
| NV      | 4           | Zacapalco    | 2.4       | 0.3 | 1.1 | 2.0 | 0.2 | 90.4  | 17.7 | 18.3 | 69.4  |  |
|         |             | Promedio     | 2.4       | 0.2 | 1.2 | 2.6 | 0.3 | 221.5 | 17.7 | 14.6 | 66.2  |  |

LP= Limón persa, NV= naranja valencia

**Cuadro 10.** Guía para interpretar los análisis de hojas jóvenes de limón persa.

| Nutrimiento | Valor crítico (%) |
|-------------|-------------------|
| Nitrógeno   | 2.40              |
| Fósforo     | 0.25              |
| Potasio     | 1.50              |
| Magnesio    | 0.18              |

Fuente: Curtí-Díaz *et al.* (1998).

**Cuadro 11.** Análisis de hojas en arboles de cítricos basados en hojas de 4 a 6 meses del ciclo de primavera en brotes no fructificantes.

| Elemento                  | Deficiente | Bajo      | Optimo    | Alto      | Exceso |
|---------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| N (%)                     | <2.2       | 2.2-2.4   | 2.5-2.7   | 2.8-3.0   | > 3.0  |
| P (%)                     | <0.09      | 0.09-0.11 | 0.12-0.16 | 0.17-0.30 | > 3.0  |
| K (%)                     | <0.7       | 0.7-1.1   | 1.2-1.7   | 1.8-2.4   | > 2.4  |
| Ca (%)                    | <1.5       | 1.5-2.9   | 3.0-4.9   | 5.0-7.0   | > 7.0  |
| Mg (%)                    | <0.2       | 0.20-0.29 | 0.30-0.49 | 0.5-0.7   | > 0.7  |
| Fe (mg kg <sup>-1</sup> ) | < 35       | 35-59     | 60-120    | 121-200   | >200   |
| Zn (mg kg <sup>-1</sup> ) | <17        | 18-24     | 25-100    | 101-300   | >300   |
| Mn (mg kg <sup>-1</sup> ) | <17        | 18-24     | 25-100    | 101-300   | >300   |
| Cu (mg kg <sup>-1</sup> ) | <3         | 3-4       | 5-16      | 17-20     | >20    |

Fuente: Obreza *et al.* (1999).

En general en las huertas se detectan bajos niveles de N y deficiencias de Zn, esto probablemente debido al bajo aporte de fertilizantes nitrogenados, ya que las extracciones de este elemento son altas tanto en naranja valencia y limón persa, en tanto que las deficiencias de Zn, se atribuyen a que la mayoría de los suelos tienen un rango de pH entre 7.0 y 8.1, lo que hace que se tengan problemas para absorber este elemento. El conjunto de análisis de suelo y tejido, ayudará a mejorar el programa de fertilización en cada huerta en particular.

### 7.5. Fertilización del suelo

El N es el nutriente que mayor influencia tiene sobre la producción y calidad de fruta en limón persa y naranja valencia, por lo que es indispensable

la aplicación todos los años. El P y K tienen menor influencia sobre el rendimiento pero actúan de manera significativa sobre la calidad del fruto, esto hace indispensable la aplicación de estos elementos cada dos años (Medina-Urrutia *et al.*, 2001). La mejor forma de determinar la dosis adecuada de fertilización se debe efectuar mediante el cálculo de la demanda nutrimental, el aporte de nutrimentos por suelo y la dinámica de la absorción nutrimental a través de las diferentes etapas fenológicas de los cítricos.

Para calcular la demanda nutrimental, en este caso de N, P y K, la demanda será obtenida del requerimiento nutrimental por tonelada producida y el rendimiento que se planea obtener (Osuna *et al.*, 2010). En el caso de limón persa se estima que las demandas por tonelada de fruta son 6.1, 1.9 y 11.1 kg de N, P y K, respectivamente. El rendimiento a alcanzar se considera de 17 t, por lo cual se requerirán 103.7 kg de N, 32.3 kg de P y 189 kg de K. El aporte del suelo en las huertas de cítricos son muy bajas en N y P (Cuadro 7), y en el caso de K son altas.

De acuerdo a Salazar-García (2002), las necesidades de los elementos se calculan considerando  $[(\text{Remoción} - \text{Aporte})/\text{eficiencia del fertilizante}]$ , así considerando una eficiencia de 0.65 del fertilizante se tiene que  $(103.7 \text{ kg}/0.65)$  en el caso del N se requieren 159 kg por ha, lo que significa 0.445 kg de N por árbol de limón persa en una huerta con una densidad de 357 árboles por ha.

En el caso de P, considerando una eficiencia de 0.25 del fertilizante se necesitarán 32.3 kg de P por ha, es decir 0.01 kg por árbol.

Considerando la gran aportación del suelo en cuanto a K, solo se realizará una dosis de mantenimiento, eso se realiza considerando que se requerirá 189 kg de K y se tiene una eficiencia de 0.8 del fertilizante, se necesitan 236 kg de K por ha o 0.66 kg de K por árbol.

En resumen, las necesidades de N-P-K, serán de 159-32.3-236, para una huerta de limón persa con un rendimiento de  $17 \text{ t ha}^{-1}$ .

### 7.5.1. Fuentes de fertilización

En limón mexicano se considera que en árboles en plena producción se

pueden fertilizar con dosis completa un año y al siguiente solo con N, en el tercer año nuevamente la formula completa y así sucesivamente (Medina-Urrutia et al., 2001). En Morelos, no se han realizado estudios sobre estas dinámicas, pero se puede considerar un manejo similar.

La cantidad de fertilizante a aplicar por hectárea o árbol dependerá de las fuentes de fertilización que se utilizan (Cuadro 12) y se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de fertilizante (kg árbol}^{-1}\text{)} = \left[ \frac{\text{Dosis recomendada} \times 100}{\text{Concentración del producto}} \right]$$

La concentración de los elementos en los diferentes fertilizantes es variable (Cuadro 12).

**Ejemplo:** considerando las necesidades de los elementos en el ejercicio anterior donde las necesidades por árbol de limón persa sembrados a una distancia de 7 x 5 (357 árboles por hectárea) y una edad de 4 años son de 0.44, 0.01 y 0.66 kg de N, P y K, es necesario primero considerar que las necesidades de P y K se multiplicaran por 2.29 y 1.21, para obtener la cantidad de fertilizante como es proporcionada por las fuentes seleccionadas. Así en realidad se necesitaran, 0.44, 0.023 y 0.80 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O.

En este ejemplo se utilizaran, sulfato de amonio, fosfato diamónico y sulfato de potasio las cantidades de cada fertilizante son:

En el caso del fosfato diamónico, dado que aporta N y P, primero se calcula la cantidad del P total

$$\text{Kg de fosfato diamónico} = \left[ \frac{0.023 \times 100}{46} \right] = 0.05 \text{ kg}$$

Dado que también se aporta N se calcula la cantidad aportada y se resta a la necesidad total para conocer la cantidad de sulfato de amonio necesaria, de esta forma tenemos que 1 kg de fosfato diamónico aporta 0.18 kg de N, entonces 0.05 kg de fosfato diamónico aporta 0.01 kg de N, las necesidades de N por árbol es de 0.44 kg, se resta los 0.01 kg aportado por el fosfato diamónico y se tiene que faltan 0.43 kg de N, es así que se necesitan:

$$\text{Kg de sulfato de amonio} = \left[ \frac{0.43 \times 100}{25} \right] = 1.72$$

Finalmente para el K, se requieren

kg de sulfato de potasio =  $[(0.80 \times 100)/54] = 1.48$

En resumen se requieren de 1.72, 0.05 y 1.48 kg de sulfato de amonio, fosfato diamonico y sulfato de potasio por árbol.

**Cuadro 12.** Composición química de fertilizantes inorgánicos.

| Producto               | Concentración (%) |                               |                  |      |     |      |     |
|------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|------|-----|------|-----|
|                        | N                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | MgO | S    | Cl  |
| Sulfato de amonio      | 20.5              |                               |                  |      |     | 23.4 |     |
| Amoniaco               | 82.2              |                               |                  |      |     |      |     |
| Nitrato de amonio      | 33.5              |                               |                  |      |     |      |     |
| Nitrosulfato de amonio | 26.0              |                               |                  |      |     |      |     |
| Nitrato de potasio     | 13.4              |                               | 44.2             | 0.5  | 0.5 | 0.2  | 1.2 |
| Nitrato de calcio      | 15.5              |                               |                  | 27.0 | 2.5 |      | 0.2 |
| Nitrato de sodio       | 16.0              |                               |                  |      |     |      |     |
| Urea                   | 46.6              |                               |                  |      |     |      |     |
| Sulfato de Potasio     |                   |                               | 54.0             |      |     | 17-  | 18  |
| Superfosfato triple    |                   | 48.0                          |                  |      |     |      |     |
| Superfosfato simple    |                   | 20.0                          |                  |      |     | 12   |     |
| Fosfato diamonico      | 18.0              | 46.0                          |                  |      |     |      |     |
| Cañero                 | 18.0              | 4.5                           | 3.0              |      |     |      |     |

Fuente: Medina-Urrutia *et al.* (2001); Salazar-García (2002), Núñez (2009).

### 7.5.2. Forma y fecha de fertilización.

Tanto en limón 'Persa' como en naranja 'Valencia', los fertilizantes deben ser aplicados en la zona de goteo del árbol, a una profundidad entre 10 y 15 cm (Figura 24 A), que es la zona donde hay mayor actividad de las raíces (Contreras –Morales *et al.*, 2008), los fertilizantes deben ser cubiertos con suelo (Figura 24 B). La dosis de los fertilizantes se debe fraccionar en 2 ó 3 aplicaciones al año, se recomienda iniciar las aplicaciones cuando el temporal ya este establecido, junio-julio, y después cada tres o cuatro meses.



**Figura 24.** A) Zanja de 10-15 cm de profundidad, (B) Aplicación de fertilizante, (C) Distribución del fertilizante alrededor de la zona de goteo, (D) Cubrimiento del fertilizante.

**7.6. Aplicación de micronutrientos.** La aplicación de micronutrientos se recomienda realizarla de forma foliar (Figura 25), debido a que en algunos suelos se tiene alto contenido de carbonatos de calcio y que el pH es entre 7.0 y 8.0. Las aplicaciones foliares son más efectivas que a través del suelo (Medina-Urrutia *et al.*, 2001). En el Cuadro 13 se dan algunas recomendaciones para algunas deficiencias de micronutrientos (Curtí-Díaz *et al.*, 2008).



**Figura 25.** (A) Aplicación de fertilizante de manera foliar en huertas de limón 'Persa' y (B) naranja 'Valencia'.

**Cuadro 13.** Corrección de deficiencias de algunos micronutrientes.

| Elemento | Cantidad de producto en 100 L de agua                                       | Comentarios  |
|----------|---|--|
| Mg       | 2 kg de sulfato de magnesio + 0.5 g de urea o 1.2 kg de nitrato de magnesio | Para Mg, Zn y Mn aplicar cuando la hoja tenga un tercio de su tamaño normal                        |
| Zn       | 150 g de sulfato de zinc + 1kg de urea                                      |  |
| Mn       | 150 g de sulfato de zinc + 1 kg de urea                                     | Solo a los árboles con estas deficiencias.   |
| Cu       | 200 g de sulfato de cobre   | La aplicación de fungicidas a base de cobre ayudan a corregir deficiencias de este micronutriente. |
| Boro     | 120 g de bórax  | Se puede aplicar esta cantidad al suelo.   |

En el caso de Fe, Zerki y Obreza (2009), indican que es una de las deficiencias más difíciles de corregir, especialmente en suelo calcáreos. La aplicación foliar de Fe no se recomienda debido a la poca efectividad y riesgo de ocasionar quemaduras en el fruto y hoja, por lo cual se recomienda corregir a través de quelatos al suelo, considerando su efectividad en dependencia del pH del suelo (Cuadro 14). La aplicación de sulfato de hierro a suelos tanto ácido como alcalinos, no está disponible debido a que oxida y se transforma a óxido de hierro.

**Cuadro 14.** Quelatos de hierro

| Quelato de Fe | Rango de efectividad de acuerdo al pH |
|---------------|---------------------------------------|
| Fe-EDTA       | 4.0 a 6.5                             |
| Fe-HEDTA      | 4.0 a 6.5                             |
| FE-DTPA       | 4.0 a 7.5                             |
| FE-EDDHA      | 4.0 a 9.0                             |

Fuente: Zerki y Obreza (2009)

Sin embargo, recientemente Rivera-Ortíz *et al.* (2009), indican que aplicaciones de sulfato ferroso (0.25 %) junto con citrolina emulsionada (0.5 %), incrementó significativamente el reverdecimiento de las hojas y la concentración foliar de Fe en árboles de naranjo, similar comportamiento se observó al aplicar citrato férrico (0.25 %) + sulfato ferroso (0.25 %) en limón, por lo cual se recomienda aplicar en estas especies.

## 8. CONTROL DE MALEZAS

Las malezas son plantas que aparecen como indeseables en áreas de cultivo diferente son correctamente consideradas como malezas. En Morelos se encuentran varias plantas espontáneas, consideradas como malezas en cultivos de cítricos, unas se desarrollan en invierno-primavera y otras en verano, siendo este último de mayor importancia agronómica debido el periodo de lluvias.



**Figura 26.** Huerto de naranja valencia en competencia con malezas.

Para lograr buenos rendimientos en limón persa y naranja valencia, el huerto se debe conservar libre de malezas, sobre todo en el área de goteo o dentro de la hilera, (Figura 27) por lo que se debe evitar de esta manera la competencia por luz, agua y nutrimentos del suelo en los primeros años de crecimiento. La mayor competencia ocurre en el periodo de lluvias (Ariza *et al.*, 2009).



**Figura 27.** (A) Huerto libre de maleza en el área de goteo y (B) Huerto libre de maleza en el área de la hilera.

Agusti (2003), sugiere que el efecto más importante de las malezas es a través de la competencia por nutrientes que ejercen con las plantas cultivadas, pero también se ha mostrado un efecto negativo como hospederos de algunas plagas y enfermedades.

### 8.1. Manejo y control de malezas

El manejo y control de malezas a utilizar en Morelos va a depender entre otros factores de la topografía del terreno y de los recursos del productor. Es recomendable realizar el control de malezas bajo un sistema integrado, con la finalidad de disminuir el uso excesivo de productos químicos que causan una gran contaminación al suelo y al medio ambiente. El cajete del árbol debe estar limpio y lo podemos hacer con la ayuda de azadones o machetes cuatro o cinco veces al año (Figura 28A); el espacio entre hileras se limpia mediante el uso de una desmalezadora (Figura 28B) que resulta ser práctico o bien realizando un rastreo con la ayuda de un tractor.



**Figura 28.** (A) Limpia con machete y (B) limpia con desmalezadora.

En casos extremos donde es indispensable realizar un control de maleza de manera inmediata o no se cuenta con el equipo, maquinaria o personal necesario, podemos hacer uso de algunos productos químicos. Los productos recomendados son: glifosato en dosis de 0.9 L de ingrediente activo por hectarea, o paraquat en dosis de 0.4 a 0.6 L de i.a. por ha, ambos productos son efectivos contra maleza joven que se encuentra en crecimiento.



**Figura 29.** Eliminación de malezas con productos químicos en (A) limón 'Persa' y (B) naranja 'Valencia'.

## 9. RIEGO

El manejo del agua es un factor decisivo para la obtención de cosechas elevadas y de calidad. Desde el punto de vista agronómico, el manejo adecuado del agua consiste en restablecer las pérdidas provocadas por la transpiración en el sistema agua-suelo-planta-atmosfera. Cuando las condiciones ambientales provocan una absorción y un transporte de agua en la planta insuficiente y ello no es remediado con un aporte externo, decimos que la planta entra en estrés hídrico (Agustí *et al.* 2003).

### 9.1. Condiciones generales

Los cítricos son plantas perennes que para su crecimiento y producción requieren humedad disponible en el suelo durante todo el año. El consumo de agua va a depender de factores como son el tamaño del árbol, condiciones ambientales y tipo de suelo (Lugo *et al.*, 2009). La frecuencia de los riegos va a depender de la época de lluvias, temperatura, tipo de suelo, desarrollo de la planta y sistemas de riego (Ariza *et al.*, 2009). Las regiones con precipitaciones entre 1200 y 1500 mm anuales pueden llenar las necesidades del cultivo. Sin embargo, el promedio de lluvia anual en la mayoría de las áreas productoras de limón en el pacífico centro es de 600 a

800 mm anuales y con una distribución irregular a través del año, por lo que es esencial la aplicación de riegos para tener una producción sustentable y económica (Urrutia *et al.* 2001).

Curtí *et al.* (1998) mencionan que estos cítricos se consideran como especies que demandan una gran cantidad de agua en condiciones de sequía, de ahí la importancia de regar para asegurar alta producción de fruto.

## **9.2. Sistema de riego**

En Morelos, el riego se realiza mediante sistemas de riego tecnificado por goteo y micro aspersión, aunque también el riego rodado es todavía utilizado, principalmente en cajetes.

Para el diseño y operación eficiente de un sistema de riego es necesario caracterizar el agua y el suelo, además de proyectar las necesidades hídricas de los cultivos, en este caso la naranja, que puede ser de referencia para el manejo del riego en cítricos en el estado de Morelos.

Con fines del presente manual, en los subcapítulos siguientes, se hará referencia a un proyecto elaborado por IMTA (2002), para una comunidad de Tepalcingo, Morelos.

### **9.2.1. Análisis e interpretación del agua para riego: CE (dS/m), pH, aniones y cationes.**

En la región productora de naranja 'valencia' ubicada en el campo "El pochotillo, Tepalcingo, se realizó análisis del agua de riego en la descarga libre de la tubería (Cuadro 15). El muestreo del agua de riego y su análisis indicó que no tiene restricciones para riego agrícola y sobre todo para el sistema por goteo con el que se cuenta y el cultivo de cítricos.

Sin embargo, existen otras zonas productoras de cítricos como los manantiales ubicados en Tehuixtla donde el agua cuenta con valores de conductividad eléctrica de 2.2 dS m<sup>-1</sup> (Osuna *et al.*, 2009), por lo que es necesario conocer cada uno de sus elementos, para definir el mejor sistema de riego y, en su caso, las mejoras químicas para el fertirriego y su mantenimiento preventivo y correctivo.

En caso necesario, se recomienda hacer muestreo en el tiempo, con el fin de detectar sus variaciones.

**Cuadro 15.** Características de la agua para riego en el campo el Pochotillo.

| Muestra    | Aniones me L <sup>-1</sup> |                  |      |                 |      | Cationes me L <sup>-1</sup> |      |      |      | CE (ds m <sup>-1</sup> ) | pH   | RAS  | PSI |
|------------|----------------------------|------------------|------|-----------------|------|-----------------------------|------|------|------|--------------------------|------|------|-----|
|            | CO <sub>3</sub>            | HCO <sub>3</sub> | Cl   | SO <sub>4</sub> | Na   | K                           | Ca   | Mg   |      |                          |      |      |     |
| Pochotillo | 0.46                       | 2.35             | 0.18 | 2.07            | 1.29 | 0.36                        | 1.97 | 1.50 | 0.43 | 7.10                     | 0.97 | 0.18 |     |

RAS = Relación de adsorción de sodio, PSI = Sodio intercambiable (%)

### 9.2.2. Suelo. Textura, estructura, profundidad del suelo, pH, aniones y cationes.

Los parámetros de textura, estructura y química del suelo permiten estimar el grado de desarrollo, las restricciones e interacciones del suelo con los fertilizantes, el agua y la operación y mantenimiento de los sistemas de riego.

La textura del suelo en la zona de riego se clasifica como arcillosa, con base en el muestreo y análisis físico del suelo realizado en varios lotes de los predios considerados (Cuadro 16). Con base en los datos de campo y esta textura, se estima una densidad aparente de  $1.2 \text{ g cm}^{-3}$  en la capa 0-30 cm y un contenido de materia orgánica de 3 %, lo cual le permite gran capacidad de almacenamiento de agua y de intercambio catiónico, por lo cual los microelementos fertilizantes deben aplicarse de manera foliar o con fertirrigación.

Durante el muestreo del suelo, se detectó que éste tiene una estructura granular en la profundidad 0-30 cm, y una estructura laminar en la profundidad 30-60 cm, lo que indica un suelo desarrollado morfológicamente. Existe una zona de tepetate o una capa impermeable en promedio a los 40 cm de profundidad, que restringe el volumen máximo almacenado en algunos lugares. Los valores de pH, CE aniones y cationes, RAS y PSI se indican que los suelos clasifican como sin problemas de salinidad y sodicidad, el cual prácticamente no tiene restricciones para el cultivo de cítricos.

**Cuadro 16.** Análisis físico de suelos para “El Pochotillo”, Tepalcingo, Morelos.

| Muestra       | % Arena | % arcilla | % limo | Grupo Textural    |
|---------------|---------|-----------|--------|-------------------|
| Lote 33 0-30  | 24.2    | 34.96     | 40.72  | Franco –Arcilloso |
| Lote 33 30-70 | 19      | 42        | 39     | Franco –Arcilloso |
| Lote 63 0-25  | 14.6    | 42        | 43.4   | Franco –Arcilloso |
| Lote 63 25-75 | 15.32   | 42.32     | 42.36  | Franco –Arcilloso |

**Cuadro 17.** Análisis químico de los suelos.

| Muestra          | pH   | CE   | Aniones<br>Meq L <sup>-1</sup> |                  |     |                 |      | Cationes<br>Meq L <sup>-1</sup> |      |      |      | RAS  | PSI |
|------------------|------|------|--------------------------------|------------------|-----|-----------------|------|---------------------------------|------|------|------|------|-----|
|                  |      |      | CO <sub>3</sub>                | HCO <sub>3</sub> | Cl  | SO <sub>4</sub> | Na   | K                               | Ca   | Mg   |      |      |     |
| Lote 33<br>0-30  | 7.84 | 0.56 | 0                              | 2.78             | .24 | 1.8             | 0.47 | 0.82                            | 2.79 | 1.61 | 0.32 | 0.0  |     |
| Lote 33<br>30-70 | 8.11 | 0.55 | 0.93                           | 3.24             | .24 | 2.45            | 0.97 | 0.18                            | 3.10 | 2.00 | 0.60 | 0.0  |     |
| Lote 63<br>0-25  | 7.24 | 0.13 | 0                              | 1.88             | .24 | 0.90            | 0.10 | 0.15                            | 0.52 | 0.48 | 0.14 | 0.78 |     |
| Lote 63<br>25-75 | 7.02 | 0.29 | 0                              | 2.35             | .17 | 1.94            | 0.93 | 0.05                            | 1.24 | 0.96 | 0.88 | 0.04 |     |

### 9.2.3. Parámetros físicos del suelo relacionados con la retención y velocidad de infiltración del agua.

Las pruebas de retención de humedad a capacidad de campo (CC) (a una tensión de 0.3 atm), resultó en unidades volumétricas de  $0.45 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  y un punto de marchitez permanente (PMP) de  $0.30 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  que corresponden a un suelo arcilloso. Por lo que la humedad aprovechable (HA) calculada es de  $0.15 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ . Esto quiere decir, que el suelo en 1 m de profundidad, es capaces de almacenar láminas de riego de 15 cm (Cuadro 18).

Con base en la metodología de Rawis Brakensiek, 1983 (IMTA, 1995), se obtiene a partir de la textura arcilloso una conductividad a saturación de entre 0.10 y  $0.005 \text{ cm h}^{-1}$ , que para fines prácticos se puede asumir igual a la velocidad de infiltración básica.

**Cuadro 18.** Resumen de características físicas del suelo

| Característica física del suelo                              | Franco-arcilloso |
|--|------------------|
| Capacidad de campo ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ )             | 0.40             |
| Punto de marchitez permanente ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ )  | 0.28             |
| Humedad aprovechable ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ )           | 0.12             |
| Conductividad hidráulica a saturación ( $\text{cm h}^{-1}$ ) | 0.005 a 0.10     |
| Lámina de riego (cm) a la profundidad de raíz de 1 m.        | 12               |

### 9.2.4. Marco de Plantación

El marco de plantación influye en, además de las practicas de manejo de cultivo, en la selección del tipo y gasto de emisor (goteo o microaspersión), y éstos en la capacidad, operación y mantenimiento del sistema de riego.

Un marco de plantación recomendable para el cultivo de naranja es con orientación norte sur, espaciamiento entre árboles de 4 m y espaciamiento entre hileras de 7 m.

### 9.2.5. Clima

Las variables climatológicas necesarias para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) incluyen: Temperatura mínima y máxima, humedad relativa promedio, horas luz (insolación) y velocidad del viento.

La estación meteorológica Tepalcingo, cuenta con datos de precipitación, temperatura mínima y máxima, de un periodo mayor a 30 años.

Si la estación no cuenta con sensores de radiación solar, humedad relativa y velocidad del viento, como en este caso, se suplementan dichos registros con datos climatológicos promedios para la misma zona, de la manera siguiente (Cuadro 19):

a) Se utilizan datos locales Promedios mensuales de humedad relativa, publicados por Aguilar-Benitez (1998) de una estación meteorológica cercana, en este caso ubicada en Tenango, Jonacatepec.

b) Los promedios mensuales de radiación solar (horas luz) se interpolan de mapas del Atlas de Agua de la República Mexicana (1976)

c) Se estimó un promedio mensual de la velocidad del viento de  $2 \text{ m s}^{-1}$  (equivalente a  $173 \text{ km d}^{-1}$ ), aplicando los métodos revisados de la FAO para calcular el requerimiento de riego, basado en promedios de velocidad de viento de la base de datos CLIMWAT (Smith *et al.*, 1996).

**Cuadro 19.** Datos climatológicos y ET<sub>o</sub> usados en el cálculo de los requerimientos de riego para Zacapalco, Tepalcingo, Morelos (IMTA, 2002).

| Mes       | Temp Máx  |      | Temp Mín |      | Temp Med |     | Hum Rel. |      | Vel. Viento |        | Rad. solar |        | ETo total |      | Precip total |      | Precip Efect. |      | ETo total |      | Precip total |        | Precip Efectiva total |        |       |
|-----------|---|------|----------|------|----------|-----|----------|------|-------------|--------|------------|--------|-----------|------|--------------|------|---------------|------|-----------|------|--------------|--------|-----------------------|--------|-------|
|           | Prom.   | °C   | Prom.    | °C   | Prom.    | °C  | Prom.    | %    | Prom.       | km/día | Prom.      | hr/día | Prom.     | mm/d | Prom.        | mm/d | Prom.         | mm/d | Total     | mm/d | Prom.        | mm/mes | Prom.                 | mm/mes | Total |
| Ene       | 28.8  | 9.9  | 19.4     | 19.4 | 48       | 173 | 6.19     | 4.08 | 0.38        | 0.37   | 126.6      | 11.8   | 11.6      |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Feb       | 30.4  | 10.9 | 20.7     | 20.7 | 44       | 173 | 6.29     | 4.63 | 0.13        | 0.13   | 129.5      | 3.6    | 3.6       |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Mar       | 33.2  | 13.2 | 23.2     | 23.2 | 46       | 173 | 6.29     | 5.24 | 0.20        | 0.20   | 162.6      | 6.2    | 6.1       |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Abr       | 34.9  | 16.3 | 25.6     | 25.6 | 47       | 173 | 7.26     | 5.86 | 0.55        | 0.54   | 175.7      | 16.5   | 16.1      |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| May       | 34.7  | 17.3 | 26.0     | 26.0 | 48       | 173 | 6.77     | 5.87 | 1.83        | 1.66   | 182.0      | 56.7   | 51.6      |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Jun       | 31.9  | 18.0 | 25.0     | 25.0 | 52       | 173 | 6.13     | 5.38 | 6.05        | 4.29   | 161.4      | 181.5  | 128.8     |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Jul       | 30.2  | 17.0 | 23.6     | 23.6 | 54       | 173 | 5.16     | 4.96 | 5.36        | 3.94   | 153.6      | 166.1  | 122.0     |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Ago       | 29.9  | 16.7 | 23.3     | 23.3 | 51       | 173 | 5.81     | 5.03 | 5.28        | 3.90   | 155.8      | 163.7  | 120.8     |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Sep       | 29.1  | 16.6 | 22.9     | 22.9 | 50       | 173 | 5.16     | 4.68 | 5.19        | 3.90   | 140.4      | 155.7  | 116.9     |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Oct       | 29.8  | 15.1 | 22.5     | 22.5 | 46       | 173 | 5.97     | 4.62 | 1.96        | 1.77   | 143.1      | 60.8   | 54.9      |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Nov       | 29.8  | 12.2 | 21.0     | 21.0 | 44       | 173 | 6.77     | 4.41 | 0.36        | 0.36   | 132.3      | 10.9   | 10.7      |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Dic       | 29.3  | 10.7 | 20.0     | 20.0 | 50       | 173 | 6.61     | 4.02 | 0.10        | 0.10   | 124.7      | 3.2    | 3.2       |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Prom.     | 31.0  | 14.5 | 22.7     | 22.7 | 48       | 173 | 6.20     | 4.90 | 2.28        | 1.76   | 149.0      | 69.7   | 53.9      |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |
| Tot./ año | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>1788</span> <span>837</span> <span>646</span> </div> |      |          |      |          |     |          |      |             |        |            |        |           |      |              |      |               |      |           |      |              |        |                       |        |       |

En el cuadro 19 se aprecia que la temperatura media anual es de de 22.7 °C, correspondiendo la clasificación de la zona térmica cálida con medias mensuales poco variables y las temperaturas más bajas los meses de noviembre a febrero con mínima en enero. Las temperaturas mayores se presentan de marzo a mayo, los meses de secos anteriores de la época de lluvias, con la máxima en abril (Cuadro 19).

La humedad relativa promedio mensual es arriba de 44 % durante todo el año, donde la más baja se presenta en la época de baja y la máxima durante la época húmeda (Cuadro 19).

A partir de abril, se registra un incremento en la insolación hasta un máximo en el mes de abril de 7.3 horas luz día<sup>-1</sup>, debido a la nubosidad baja la cual también propicia incrementos notables en la temperatura. En verano la insolación incidente es más alta, pero la nubosidad y las precipitaciones la atenúan significativamente resultando en mínimas 5.2 horas luz/día en julio y septiembre incrementándose en debido a la disminución de la nubosidad y de las precipitaciones (Cuadro 19).

La precipitación total de la región donde está establecida la naranja es más bajo del promedio estatal, sumando 837 mm por año, con lluvias concentradas en la época húmeda de mayo a octubre con un total de 785 mm, representando 94 % del total anual (Cuadro 19). La precipitación efectiva (Pe) calculada con el método del Servicio de Conservación de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Resultó en un valor anual de 646 mm. La evapotranspiración de referencia, calculada con la fórmula de Penman-Monteith y el programa de cómputo CROPWAT4W para Windows, versión 4.3 de la FAO (1998), proporciona un total anual de 1788 mm, presentándose los valores mayores en el mes de mayo con 5.87 mm d<sup>-1</sup>, y la más baja en diciembre con 4.02 mm d<sup>-1</sup> (Cuadro 19).

#### **9.2.6. Necesidades hídricas de cítricos**

El requerimiento de riego (RR) del cultivo se obtiene por periodos de días, semanas o meses, con al siguiente fórmula

$$RR = E_{Tr} - P_e = K_c E_{To} - P_e$$

Donde  $E_{tr}$  es la evapotranspiración de referencia y  $K_c$  es el coeficiente de cultivo.

Para los cítricos se utilizaron valores de  $K_c$  de la FAO para las fechas de siembra y cosecha, duración del ciclo y de cada etapa de desarrollo de Tapalcingo, Morelos (Cuadro 20)

**Cuadro 20.** Coeficientes de cultivo  $K_c$  (FAO, 1998), y etapas de desarrollo para cítricos, Zacapalco, Tepalcingo.

| Etapas   | <i>Inicial</i> | Desarrollo | Medio | Tarde | Total del Ciclo |
|--|----------------|------------|-------|-------|-----------------|
| Duración (Días)                                  | 60             | 90         | 120   | 95    | 365             |
| <i>Coeficiente de cultivo (<math>K_c</math>)</i> | 0.85           | >>>        | 0.90  | 0.85  |                 |

El cuadro 21 muestra por períodos de 10 días el requerimiento de riego para el cultivo de cítricos en la región de zacapalco, donde el máximo en la zona es  $4.4 \text{ mm d}^{-1}$ , en la primer decena de marzo, pero si no se presentan lluvia, en la primera decena de mayo pueden ser de  $4.8 \text{ mm d}^{-1}$ .

**Cuadro 21.** Requerimiento de riego para el cultivo de cítricos, Zacapalco, Tepalcingo, con riego cada 10 días (IMTA, 2002)

| Fecha      | ETo<br>(mm/10<br>días) | Kc   | Etr<br>(mm/10<br>días) | Precip.<br>Total<br>(mm) | Precip.<br>efectiva<br>(mm) | Requerimiento<br>de riego<br>(mm) |
|------------|------------------------|------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 01-<br>Abr | 54.38                  | 0.85 | 46.22                  | 4.75                     | 4.64                        | 41.58                             |
| 11-<br>Abr | 55.06                  | 0.85 | 46.8                   | 5.5                      | 5.37                        | 41.43                             |
| 21-<br>Abr | 55.54                  | 0.85 | 47.21                  | 8.85                     | 8.32                        | 38.89                             |
| 01-<br>May | 55.83                  | 0.85 | 47.46                  | 14.51                    | 13.31                       | 34.14                             |
| 11-<br>May | 55.93                  | 0.85 | 47.54                  | 18.29                    | 16.65                       | 30.9                              |
| 21-<br>May | 55.86                  | 0.85 | 47.48                  | 28.84                    | 23.22                       | 24.26                             |
| 31-<br>May | 55.61                  | 0.85 | 47.27                  | 49.34                    | 35.99                       | 11.28                             |
| 10-<br>Jun | 55.21                  | 0.85 | 46.93                  | 60.5                     | 42.93                       | 3.99                              |
| 20-<br>Jun | 54.66                  | 0.85 | 46.46                  | 59.02                    | 42.17                       | 4.3                               |
| 30-<br>Jun | 53.99                  | 0.85 | 45.89                  | 55.92                    | 40.57                       | 5.33                              |
| 10-Jul     | 53.22                  | 0.85 | 45.23                  | 53.64                    | 39.39                       | 5.85                              |
| 20-Jul     | 52.35                  | 0.85 | 44.5                   | 53.42                    | 39.28                       | 5.23                              |
| 30-Jul     | 51.43                  | 0.85 | 43.71                  | 53.07                    | 39.1                        | 4.61                              |
| 09-<br>Ago | 50.45                  | 0.85 | 42.88                  | 52.82                    | 38.97                       | 3.91                              |
| 19-<br>Ago | 49.45                  | 0.85 | 42.03                  | 52.66                    | 38.97                       | 3.07                              |
| 29-<br>Ago | 48.45                  | 0.85 | 41.18                  | 52.23                    | 38.97                       | 2.21                              |
| 08-<br>Sep | 47.46                  | 0.85 | 40.34                  | 51.91                    | 38.97                       | 1.37                              |
| 18-<br>Sep | 46.5                   | 0.85 | 39.52                  | 47.6                     | 36.13                       | 3.39                              |
| 28-<br>Sep | 45.59                  | 0.85 | 38.75                  | 33.37                    | 26.76                       | 11.98                             |
| 08-<br>Oct | 44.74                  | 0.85 | 38.03                  | 20.93                    | 18.58                       | 19.45                             |
| 18-<br>Oct | 43.97                  | 0.85 | 37.37                  | 17.58                    | 15.91                       | 21.46                             |
| 28-<br>Oct | 43.28                  | 0.85 | 36.79                  | 10.23                    | 9.41                        | 27.38                             |
| 07-<br>Nov | 42.69                  | 0.85 | 36.28                  | 4.09                     | 3.97                        | 32.31                             |

|            |         |      |         |        |        |        |
|------------|---------|------|---------|--------|--------|--------|
| 17-<br>Nov | 42.19   | 0.85 | 35.86   | 3.37   | 3.31   | 32.55  |
| 27-<br>Nov | 41.8    | 0.85 | 35.63   | 2.25   | 2.22   | 33.41  |
| 07-Dic     | 41.5    | 0.87 | 36      | 1.2    | 1.19   | 34.81  |
| 17-Dic     | 41.29   | 0.88 | 36.51   | 1.3    | 1.29   | 35.22  |
| 27-Dic     | 41.46   | 0.9  | 37.24   | 2.48   | 2.45   | 34.8   |
| 06-<br>Ene | 42.87   | 0.9  | 38.59   | 3.62   | 3.56   | 35.03  |
| 16-<br>Ene | 44.46   | 0.9  | 40.02   | 3.63   | 3.57   | 36.44  |
| 26-<br>Ene | 46.08   | 0.9  | 41.47   | 2.51   | 2.47   | 39     |
| 05-<br>Feb | 47.67   | 0.9  | 42.9    | 1.37   | 1.36   | 41.54  |
| 15-<br>Feb | 49.19   | 0.9  | 44.27   | 1.32   | 1.32   | 42.95  |
| 25-<br>Feb | 50.61   | 0.9  | 45.42   | 1.61   | 1.59   | 43.82  |
| 07-<br>Mar | 51.89   | 0.88 | 45.79   | 1.93   | 1.9    | 43.89  |
| 17-<br>Mar | 53.02   | 0.87 | 45.9    | 2.33   | 2.29   | 43.61  |
| 27-<br>Mar | 26.88   | 0.85 | 22.94   | 1.72   | 1.68   | 21.26  |
| Total      | 1792.53 |      | 1544.43 | 839.72 | 647.78 | 896.65 |

### 9.2.7. Operación de riego

Un sistema de riego con tubería de PVC, se considera tiene una eficiencia de conducción y de distribución (EC) de 98%, para definir el gasto a operar por el equipo de bombeo, sin embargo la eficiencia que más impacta en el equipo de bombeo y su operación es la de aplicación (EA), donde, para el riego por goteo y micro aspersión se considera de 95 %.

La lamina neta (LN) se diseño de 4.8 mm d<sup>-1</sup>, resulta en una lamina bruta (LB) a nivel de la planta de bombeo de 5.17 mm d<sup>-1</sup>.

$$LB = \frac{LN}{EA.EC.} = \frac{4.8^*}{.95 * 0.98} = 5.16 \text{ mm / día}$$

Para cítricos en pleno desarrollo, con espaciamento entre árboles (Ee) de 4 m, entre líneas de árboles de 7 m (Er), factor de cubrimiento de área (FA) del 60 % y regando entre 6 y 7 días a la semana (Fo=6/7), el volumen bruto diario es de:

Para satisfacer el volumen bruto diario por árbol, es necesario considerar al menos 4 goteros de  $8 \text{ L h}^{-1}$  o un microaspersor de  $32 \text{ L h}^{-1}$ , en el área de influencia del árbol, con un tiempo de riego calculado de 3.2 h.

En una hectárea de cultivo, con este espaciamiento se tiene un total de 357 árboles, por  $32 \text{ L h}^{-1}$  se tiene una demanda de  $11424 \text{ l/h/ha}$ . En superficie total de 68 ha se necesita un gasto de  $776\,832 \text{ L h}^{-1}$  o un gasto de  $215.78 \text{ L s}^{-1}$ , dividido en 5 turnos de riego se tiene un gasto de  $43.15 \text{ L s}^{-1}$  por turno de riego. El tiempo total de riego diario es de 16.2 horas regando 6 de 7 días a la semana.

Durante la época de plantación (árboles pequeños) o meses con bajo requerimiento de riego, el tiempo de riego se puede reducir o bien regar cada dos días.

#### **9.2.8 Recomendaciones prácticas de riego en cítricos**

Las condiciones climáticas promedio de una zona agrícola se mantienen relativamente constantes en el tiempo y son las que determinan la evapotranspiración de referencia y la lluvia efectiva. El radio de la copa (sombra) del árbol es fácil de medir en campo y es un integrador del ajuste de la etapa de desarrollo, del efecto del marco de plantación y factor de sombreado. Para fines prácticos, un sistema de riego tecnificado tiene eficiencias de riego cercanas a 100 %. Con estas consideraciones, a partir del requerimiento de riego diario y del radio de la sombra del cítrico, se puede estimar los litros por día que requiere el árbol de cítrico (Cuadro 22).

**Cuadro 22. Requerimientos hídricos del árbol de cítricos en Morelos.**

| MES        | Días | R mes<br>(mm.mes <sup>-1</sup> ) | R diario<br>(mm.día <sup>-1</sup> ) | Cantidad de agua por día (Litros por día) |       |        |        |
|------------|------|----------------------------------|-------------------------------------|---|-------|--------|--------|
|            |      |                                  |                                     | Radio de copa del árbol                   |       |        |        |
|            |      |                                  |                                     | 1 m                                       | 2 m   | 3 m    | 4 m    |
| Enero      | 31   | 106.27                           | 3.43                                | 10.77                                     | 43.08 | 96.93  | 172.31 |
| Febrero    | 28   | 123.49                           | 4.41                                | 13.86                                     | 55.42 | 124.70 | 221.69 |
| Marzo      | 31   | 152.58                           | 4.92                                | 15.46                                     | 61.85 | 139.16 | 247.40 |
| Abril      | 30   | 121.90                           | 4.06                                | 12.77                                     | 51.06 | 114.89 | 204.25 |
| Mayo       | 31   | 89.30                            | 2.88                                | 9.05                                      | 36.20 | 81.45  | 144.80 |
| Junio      | 30   | 19.57                            | 0.65                                | 2.05                                      | 8.20  | 18.44  | 32.79  |
| Julio      | 31   | 16.41                            | 0.53                                | 1.66                                      | 6.65  | 14.97  | 26.61  |
| Agosto     | 31   | 11.59                            | 0.37                                | 1.17                                      | 4.70  | 10.57  | 18.79  |
| Septiembre | 30   | 6.97                             | 0.23                                | 0.73                                      | 2.92  | 6.57   | 11.68  |
| Octubre    | 31   | 52.89                            | 1.71                                | 5.36                                      | 21.44 | 48.24  | 85.76  |
| Noviembre  | 30   | 92.24                            | 3.07                                | 9.66                                      | 38.64 | 86.93  | 154.55 |
| Diciembre  | 31   | 103.44                           | 3.34                                | 10.48                                     | 41.93 | 94.35  | 167.72 |

Así, un cítrico que tiene un radio de sombreado de 1 m requiere 0.73 L día<sup>-1</sup> en septiembre, aumentando hasta llegar a un máximo de 15.46 l día<sup>-1</sup> en marzo, en comparación con un árbol adulto de 3 m de radio sombreado que requiere 6.57 l día<sup>-1</sup> en septiembre, aumentando hasta llegar a un máximo de 139.16 l día<sup>-1</sup> en marzo. Si se conoce la eficiencia de riego del sistema, el valor obtenido se ajusta de la manera siguiente, por ejemplo para máxima demanda con riego por goteo:

Es importante resaltar que un sistema de riego por gravedad o rodado tiene eficiencias de aplicación cercanas a 50 %, por lo que los volúmenes calculados a aplicar se deben duplicar, así por ejemplo de máxima demanda, el volumen diario pasa de 139 a 280 litros por día, lo cual restringe el área a regar con el agua disponible, de ahí la importancia de la tecnificación del riego.

## 10. PLAGAS Y ENFERMEDADES

### 10.1. Enfermedades.

En el Estado de Morelos, los principales problemas asociados a enfermedades en las huertas de cítricos son la gomosis (*Phytophthora citrophthora*; Figura M) y la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). Si la lesión de la gomosis está poco extendida, se puede remover el tejido dañado raspando con una navaja limpia, desinfectar el área raspada con formalina al 10 por ciento con permanganato de potasio (1 gramo por litro de agua) y después aplicar una pasta bordelesa (1 kilogramo de sulfato de cobre + 1 gramo de cal disueltos en 10 litros de agua); aplicar fosetil-al al follaje como complemento (2.5 gramos por litro de agua) o bien aplicar mefenoxam o metalaxil-m (450 gramos por hectárea). Es importante realizar dos aplicaciones de estos productos durante el periodo de lluvias. Para el control de antracnosis se recomiendan varios productos químicos (Cuadro 23).



Figura 30. Daños por gomosis (*Phytophthora citrophthora*) en limón persa.

El patrón portainjerto de *C. volkameriana*, contribuye a prevenir los ataques del virus de la tristeza de los cítricos (VTC), otros virus y viroides. Es necesario el muestreo de las huertas en la búsqueda de síntomas del Leprosis, Cancro y Clorosis variegada.

En particular en limón persa, una problemática reciente que se ha observado en la producción de este cítrico es la presencia de frutos con un manchado sectorial del fruto o “Wood pocket”, el cual se ha cuantificado por algunos productores y representa entre 10 y 28 % de la producción cosechada. El síntoma inicial en el fruto es una mancha amarilla a lo largo del mismo en forma de gajo, donde el tejido se ha deshidratado; dicha área se torna color castaño a café como si fueran quemaduras, y que este problema se presenta principalmente en huertas con serios problemas nutricionales o muy avejentadas (Figura 31). Sin embargo en Morelos, este problema se presenta desde planta de 2 años de edad. Se ha reportado que es una enfermedad genética.

**Cuadro 23.** Agroquímicos autorizados por la CICLOPLAFEST (2004) para el control de enfermedades en limón.

| Ingrediente activo  | Categoría toxicológica | Intervalo de seguridad | Plaga a controlar          |
|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|
| Azoxistrobin        | IV                     | S/L                    | Antracnosis                |
| Azufre elemental    | IV                     | S/L                    | Antracnosis                |
| Benomilo            | IV                     | 1                      | Antracnosis                |
| Captafol            |                        | S/L                    | Antracnosis                |
| Dimetoato           | III                    | 15                     | Antracnosis,<br>cenicillas |
| Folpet              | IV                     | 15                     | Antracnosis,<br>cenicillas |
| Hidroxido cúprico   | IV                     | S/L                    | Antracnosis,<br>cenicillas |
| Metalaxil           | IV                     | ND                     | Antracnosis,<br>cenicillas |
| Metalaxil-M         | IV                     | ND                     | Antracnosis,<br>cenicillas |
| Naled               | II                     | 7                      | Antracnosis,<br>cenicillas |
| Oxicloruro de cobre | IV                     | S/L                    | Antracnosis,<br>cenicillas |
| Sulfato de cobre    | IV                     | S/L                    | Antracnosis,<br>cenicillas |

S/L: sin límite

A pesar de que la calidad interna del fruto no es afectada significativamente (Cuadro 24 y 25), si hay diferencias en la calidad visual lo que disminuye el precio significativamente.

**Cuadro 24.** Características físicas de limón 'Persa' con síntomas de manchado sectorial y sin síntomas.

| Frutos                 | Peso                | Diámetro Polar | Diámetro Ecuatorial | L*     | C*     | H*      |
|------------------------|---------------------|----------------|---------------------|--------|--------|---------|
| Con manchado sectorial | 60.6 a <sup>z</sup> | 49.1 a         | 45.5 a              | 62.9 a | 48.2 a | 122.4 a |
| Sin manchado sectorial | 50.8 b              | 47.8 a         | 42.2 b              | 55.0 b | 42.4 b | 106.1 b |
| DMS                    | 6.3                 | 2.3            | 1.8                 | 3.0    | 2.8    | 2.0     |
| CV (%)                 | 22.0                | 9.2            | 8.0                 | 10.1   | 12.3   | 9.7     |

<sup>z</sup>: Letras diferentes en el sentido de las columnas indican diferencias estadísticas de acuerdo a la prueba de la Diferencia Significativa ( $\alpha \leq 0.05$ ). L\*= Luminosidad, C\*= Cromaticidad, H\*= ángulo matiz.

**Cuadro 25.** Características químicas de limón 'Persa' con síntomas de manchado sectorial y sin síntomas.

| Frutos                 | Cascara (%)         | Jugo (%) | GC    | SST   | Acidez | SST/Acidez |
|------------------------|---------------------|----------|-------|-------|--------|------------|
| Con manchado sectorial | 62.6 a <sup>z</sup> | 39.9 a   | 1.8 a | 8.2 a | 0.50 a | 16.7 a     |
| Sin manchado sectorial | 60.0 a              | 37.3 a   | 1.6 a | 8.0 a | 0.48 a | 16.2 a     |
| DMS                    | 4.3                 | 4.3      | 0.3   | 0.3   | 0.04   | 1.5        |
| CV (%)                 | 7.5                 | 12.0     | 21.4  | 3.8   | 10.5   | 10.0       |

<sup>z</sup>: Letras diferentes en el sentido de las columnas indican diferencias estadísticas de acuerdo a la prueba de la Diferencia Significativa ( $\alpha \leq 0.05$ ). GC= Grosor de cascara, SST= Sólidos solubles totales.

Se menciona que el manchado sectorial es un problema genético, es decir que si se toma yema con árboles que han presentado este problema, los arboles

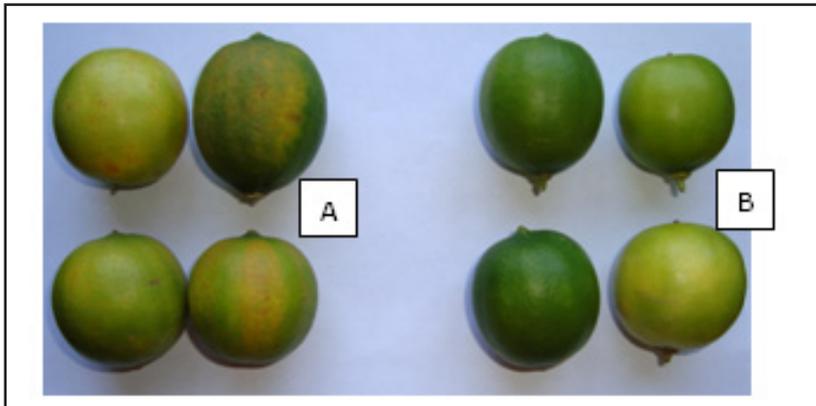
injetados los presentarían; sin embargo se tienen reportes que la falta de podas y nutrición deficiente incrementan la presencia de este fenómeno. En Morelos se han realizado trabajos preliminares y se ha observado que la aplicación de microelementos como el Hierro y Zinc al suelo y foliarmente disminuye la presencia del manchado sectorial del limón persa (Cuadro 26 y 27). Es necesario realizar más investigación al respecto.

**Cuadro 26.** Porcentaje de frutos sin y con manchado sectorial en Puente de Ixtla, Morelos.

| Tratamiento                              | Frutos sin manchado sectorial (%) | Frutos con manchado sectorial (%) |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 100 g de Hierro al suelo                 | 84.8                              | 15.2                              |
| 200 g de Hierro al suelo                 | 77.5                              | 22.4                              |
| 350 g de Zinc al suelo                   | 85.5                              | 14.4                              |
| 700 g de Zinc al suelo                   | 75.4                              | 24.5                              |
| 1 g L <sup>-1</sup> de Hierro al follaje | 89.3                              | 10.6                              |
| 1 g L <sup>-1</sup> de Zinc al follaje   | 79.8                              | 20.1                              |
| Poliquel Combi® 1 L ha <sup>-1</sup>     | 83.5                              | 16.5                              |
| Sin microelementos                       | 80.0                              | 20.0                              |
| Sin fertilización                        | 71.8                              | 28.2                              |

**Cuadro 27.** Porcentaje de frutos sin y con manchado sectorial en Tlaltizapán, Morelos.

| Tratamiento                              | Frutos sin manchado sectorial (%) | Frutos con manchado sectorial (%) |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 100 g de Hierro al suelo                 | 92.5                              | 7.4                               |
| 200 g de Hierro al suelo                 | 75.1                              | 24.8                              |
| 350 g de Zinc al suelo                   | 82.3                              | 17.7                              |
| 700 g de Zinc al suelo                   | 54.1                              | 12.4                              |
| 1 g L <sup>-1</sup> de Hierro al follaje | 86.4                              | 13.5                              |
| 1 g L <sup>-1</sup> de Zinc al follaje   | 89.2                              | 10.8                              |
| Poliquel Combi® 1 L ha <sup>-1</sup>     | 85.5                              | 14.4                              |
| Sin microelementos                       | 81.2                              | 18.7                              |
| Sin fertilización                        | 86.6                              | 13.3                              |



**Figura 31.** Síntomas de manchado sectorial o “wood pocket” (A) y sin síntomas (B) en frutos de limón persa en el estado de Morelos.

Se indica que el manchado sectorial puede ser de naturaleza genética, por lo cual es necesario utilizar material libre de este problema al momento de propagar u obtener planta nueva para su establecimiento. Es necesario definir los factores que incrementan la presencia de este problema y su probable control.

## 10.2. Plagas

### 10.2.1. Minador de la hoja

El minador de la hoja de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* Stainton, es una especie de origen asiático que de manera reciente se dispersó a África y el continente americano. En el Estado de Morelos es una especie de amplia distribución asociado a limón persa, pero ataca a varias especies de cítricos en general (Cañarte *et al.*, 2004). Los huevos de esta especie son colocados en hojas nuevas, y las larvas se alimentan bajo la epidermis de las hojas elaborando galerías o minas, afectando hojas, brotes y en ocasiones frutos pequeños (Jahnke *et al.*, 2008; Jesús y Redaelli, 2008). Este patrón de alimentación es el síntoma que permite reconocer la presencia de esta plaga en los árboles infestados. El daño por alimentación de las larvas provoca una distorsión foliar, clorosis y necrosis de la parte atacada; la disminución del área foliar, además de interrumpir la transmisión de flujos nutritivos; esto se refleja directamente en la producción y calidad de frutos (Figura 32). El daño de esta plaga es mayor en plantaciones jóvenes (Diez *et al.*, 2006). En infestaciones severas las hojas caen de manera prematura. Adicionalmente se considera que el daño causado por la larva favorece el incremento de la infestación del cáncer de los cítricos (Chagas *et al.*, 2001).



Figura 32. Daño por minador de hoja *Phyllocnistis citrella*.

El adulto es una palomilla pequeña (4 mm con las alas abiertas), con alas anteriores blancas y plateadas, las alas posteriores con varias manchas negras y pálidas, con una mancha negra en cada punta de las alas posteriores. Las alas posteriores tienen flecos largos.

Para el control de esta plaga se recomienda realizar un programa de monitoreo con feromona sexual de la palomilla colocada en una trampa pegajosa (Lapointe y Leal, 2007), con esta estrategia se pueden programar las primeras aplicaciones cuando se detecten los picos iniciales, cuando posiblemente ocurre la actividad de apareamiento. Use productos recomendados por CICOPLAFEST, calibre su equipo y continúe con muestreos después de las aplicaciones.

Se deberá evitar hacer podas excesivas al año para evitar que nuevo follaje esté disponible para la plaga, además de no aplicar exceso de fertilizantes nitrogenados. Esta especie tiene varios enemigos naturales, sobre todo avispietas que atacan a las larvas dentro de las minas, principalmente especies de la familia Chalcididae y Eulophidae. Una opción a la aplicación de plaguicidas puede ser la introducción de enemigos naturales, una especie candidato es *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya.

### 10.2.2. Pulgones

Existen varias especies asociadas al limón persa a nivel mundial, algunas como el pulgón café, *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) son de importancia

cuarentenaria. Las distintas especies tienen un cuerpo blando, en forma de pera, el color del cuerpo puede ser verde, amarillo o café; se distinguen de otros insectos por tener un par de apéndices en el abdomen (cornículos) de los cuales se secreta una sustancia azucarada conocida como mielecilla. Hay formas aladas, que por lo general son los primeros especímenes en arribar a una huerta, después se producen formas sin alas (Figura 33).



Figura 33. Colonia de pulgones en un brote de cítricos.

El pulgón café es originario del sureste de Asia, y es muy común en todo ese continente. Su introducción al continente americano fue de manera accidental a Brazil o Argentina, de ahí se dispersó a toda la zona citrícola del continente. En México de manera oficial la región del Golfo de México está bajo control de este vector, y se considera ausente en el Estado de Morelos.

Hay dos tipos de daños que realizan en el limón persa, tanto formas inmaduras como adultas se alimentan de manera directa de los fluidos internos de brotes tiernos de la planta, y esto ocasiona un debilitamiento general del árbol, las hojas tiernas sufren una deformación, provocando un síntoma de enchinado. La principal amenaza consiste en la transmisión de enfermedades de origen viral, en este caso, la transmisión del Virus de la Tristeza de los Cítricos (VTC) es una amenaza importante. Los síntomas que provoca este virus dependen de la severidad de la cepa y de la especie de cítrico (Agrios, 2005). Sin embargo, se reconocen tres síntomas importantes en las plantas infectadas, el primero es asintomático y los árboles muestran una apariencia normal. El otro síntoma es el declinamiento de la planta, sobre todo si el portainjerto es naranjo agrio. El síntoma más agresivo es la muerte repentina, con una marchitez similar a la de estrés por falta de agua, pudrición de raicillas y muerte del árbol en dos semanas.

El muestreo deberá centrarse en los brotes tiernos de al menos 10 % de los árboles, para detectar la presencia de pulgones con color café u oscura. En caso positivo, avisar al técnico responsable del manejo fitosanitario para reportar la presencia de especímenes sospechosos.

La aplicación de agroquímicos sin cuidado llega a eliminar la fauna benéfica que regula las poblaciones de pulgones (crisopas y catarinitas), sin embargo, cuando las infestaciones son severas, deberá aplicarse un producto que cubra los brotes nuevos. Una alternativa ecológica sería el uso del parasitoide *Lysiphlebia mirzai* Shuja-Uddin (Liu y Tsai, 2002).

### 10.2.3. Psílido asiático de los cítricos o diaforina

El psílido asiático de los cítricos o diaforina, *Diaphorina citri* Kuwayama, es el insecto más destructivo y más importante de todas las plagas asociadas a los cítricos (Farmanullah y Gul, 2005), con amplia distribución en el Estado de Morelos en huertas comerciales y en árboles de traspatio. Es una especie polífaga, con amplio rango de plantas hospederas, principalmente especies de cítricos y plantas silvestres (Halbert y Manjunath, 2004). Se menciona que este insecto ingresó a México por el Estado de Tamaulipas, proveniente de Texas (Coronado-Blanco y Ruíz-Cancino, 2004).

Los huevos que oviposita la hembra son pequeños y de color naranja, las formas inmaduras (ninfas) son de forma oval aplanada, de color amarillo claro a café oscuro, las alas son evidentes en forma de paquetes y los ojos de color rojo en ninfas maduras. Los adultos son de color café amarillento con patas café grisáceas, las alas son transparentes con manchas blancas o café claro, con una banda longitudinal de color beige en el centro. Una característica peculiar es la posición del adulto, que forma un ángulo con respecto a la rama de aproximadamente 45° (Figura 34).



Figura 34. Diferentes estados de desarrollo de *Diaphorina citri* en brotes de naranja valencia.

La forma inmadura (ninfa) y adulta del insecto se comportan como insectos chupadores de tejidos jóvenes y blandos. La hembra coloca huevos en los brotes tiernos, de los cuales emergen las ninfas que se desplazan a pequeñas distancias en donde fijan un espacio para alimentarse. Pero tienen la capacidad de cambiar de brote si es necesario.

La ninfa y el adulto son las únicas etapas en que se alimenta el insecto, cuando las ninfas atacan los brotes, éstos se debilitan y las puntas llegan a mostrar una apariencia de roseta, las hojas se curvan y registran heces fecales de color blanquecino suspendidos en forma de aserrín o serpentina. Los adultos son alados, pequeños, de 3-4 mm de longitud, y tienen la capacidad de desplazarse entre las plantas.

La principal importancia de la diaforina consiste en que es el principal vector de la bacteria (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) que causa el enverdecimiento de los cítricos o huang long bing (El-Desouky y Hall, 2011), el cual puede matar por completo a la planta y acabar con plantaciones enteras. La infección por la bacteria causa un declinamiento de los árboles infestados, aborto de frutos, efecto adverso de la calidad de los frutos (tamaño pequeño, forma aplanada y poco sabor) (Folimonova et al., 200). Esta enfermedad es de difícil manejo debido a la naturaleza poco específica de la enfermedad, la latencia prolongada en árboles, la probable distribución irregular del patógeno en los árboles, el efecto del ambiente en la expresión de los síntomas, y la probable variación en la tolerancia de las distintas especies de cítricos, entre otras cosas (Manjunath et al., 2008).

El control legal es la principal herramienta, ya que todas las huertas de limón están amenazadas con el desarrollo de la enfermedad de origen bacterial. El material vegetativo que se adquiera para una nueva plantación o para replantar, deberá provenir de un vivero certificado.

Un programa de monitoreo debe implementarse para observar la presencia de la diaforina y para detectar los síntomas en las plantas que sean asociados al enverdecimiento de los cítricos: hojas amarillentas en una sección del árbol, posteriormente se observan mosaicos y amarillamiento en las hojas; es posible observar brotes amarillentos, muerte regresiva de ramas, poca producción de flor y secado del árbol. Al menos cuatro veces al año debe

realizarse el monitoreo en la plantación (SAGARPA, 2010). Ante cualquier sospecha, es recomendable realizar pruebas en laboratorios certificados para verificar el diagnóstico en campo.

Cuando se confirme un árbol infectado, este deberá eliminarse por completo, si en la plantación más del 28 % de los árboles está infectado, toda la huerta deberá eliminarse (SAGARPA, 2010).

Debe implementarse un monitoreo de las poblaciones de este insecto para aplicar las medidas correspondientes sobre todo al momento de aparecer los brotes nuevos. El umbral de acción es 1 adulto o ninfa por brote observado. Puede implementarse un muestreo indirecto con trampas pegajosas azules o amarillas Hall *et al.* (2007) (Figura 35); el muestreo directo consiste en la supervisión de brotes vegetativos al azar.



Figura 35. Trampa pegajosa para muestreo de *D. citri*.

Usar productos con baja toxicidad al medio ambiente y a la fauna benéfica. En el Estado de Morelos existe un parasitoide, *Tamarixia sp.*, que regula parte de la población de las ninfas de la diaforina; en otros lugares, se reporta la presencia de depredadores y parasitoides contra este insecto (Pluke *et al.*, 2005). Por lo que debe emplearse productos químicos que estén autorizados por la COFEPRIS (Cuadro 29).

Para su control se recomienda aplicar productos cuando se detecten las primeras poblaciones. Otras plagas de importancia que deberán atenderse

son pulgones, escamas, hormiga arriera (Knack), y gusanos defoliadores (Malathion). No olvidar calibrar su equipo, utilizar equipo de protección y eliminar los envases de plaguicidas de manera responsable.

#### 10.2.4. Gusano perro

El gusano perro, es un gusano defoliador que consume varias hojas (sobre todo brotes tiernos) y que tiene la capacidad de desplazarse dentro de un mismo árbol para seleccionar el sitio de alimentación. *Papilio cresphontes* Cramer, es un papilionido que se alimenta de manera común de especies del género *Citrus*, aunque se considera una plaga de importancia secundaria (Graves y Shapiro, 2003). Se distribuye desde Florida en el norte, hasta América del Sur.

El insecto adulto es una mariposa con alas color negro o café oscuro, con manchas amarillas que forman una K o K invertida en las alas anteriores; las alas posteriores con dos bandas de color amarillo y con proyecciones en la parte posterior de las alas. La hembra coloca huevos individuales en hojas y brotes. El gusano puede desarrollar hasta 5 cm de longitud, el gusano joven es de color oscuro con manchas blancas, de tal manera que parece En particular en limón persa, una problemática reciente que se ha observado en la producción de este cítrico es la presencia de frutos con un manchado sectorial del fruto o "Wood pocket", el cual se ha cuantificado por algunos productores y representa entre 10 y 28 % de la producción cosechada. El síntoma inicial en el fruto es una mancha amarilla a lo largo del mismo en forma de gajo, donde el tejido se ha deshidratado; dicha área se torna color castaño a café como si fueran quemaduras, y que este problema se presenta principalmente en huertas con serios problemas nutricionales o muy avejentadas (Figura 36). Al molestar el gusano, éste proyecta dos protuberancias a la altura de la cabeza de color café rojizo y expulsa un olor poco agradable.



Figura 36. Gusano perro.

Normalmente el daño que ocasiona al cultivo es mínimo, e aparecer en grandes poblaciones. Es sin embargo, en ocasiones especiales puede ser susceptible a la mayoría de los agroquímicos empleados contra otras plagas (Cuadro 28).

**Cuadro 28.** Agroquímicos autorizados por la CICLOPLAFEST para el control de insectos y ácaros plaga en limón persa.

| Ingrediente activo         | Categoría toxicológica | Intervalo de seguridad | Plaga a controlar                                   |
|----------------------------|------------------------|------------------------|---|
| Abamectina                 | IV                     | 7                      | Minador de la hoja, ácaros, mosquitas blancas.      |
| Aceite mineral             | IV                     | S/L                    | Minador de la hoja, escamas.                        |
| Azaridactina               | IV                     | S/L                    | Minador de la hoja, palomillas, mosquitas blancas   |
| Azinfos metílico           | I                      | 28                     | Gusanos defoliadores                                |
| Cipermetrina*              | III                    | ND                     | Gusanos defoliadores                                |
| Clorhidrato de formetanato | II                     | ND                     | Ácaros  |
| Clorpirifos etil           | IV                     | 34                     | Gusanos defoliadores y cortadores, escamas, piojos. |
| Diazinon                   | IV                     | 21                     | Gusáños, pulgones, ácaros, escamas, trips           |

|                   |     |    |                                |
|-------------------|-----|----|--------------------------------|
| Dicofol           | IV  | 7  | Ácaros                         |
| Ferbam            | IV  | 7  | Escamas                        |
| Fosfamidon        | II  | 15 | Pulgones                       |
| Imidacloprid      | III | NA | Diaforina,<br>pulgones         |
| Malation          | IV  | 7  | Escamas                        |
| Metidation        | III | 14 | Escamas                        |
| Oxidemetón metil  | III | 7  | Pulgones<br>Escamas,           |
| Paratión metílico | II  | 14 | gusanos,<br>pulgones,<br>trips |
| Propargite        | IV  | 7  | Ácaros                         |
| Quinometionato    | IV  | 35 | Ácaros                         |
| Triclorfón        | III | 21 | Gusanos,<br>pulgones.          |

\* aplicación en banda y/o en círculo alrededor del tallo.

ND= sin datos, consulte la etiqueta del producto para mayor información.

#### 10. 2. 5. Mosquita blanca de los cítricos

En los cítricos de la región neotropical existen varias especies de mosquitas blancas asociadas como problema fitosanitario, la mosquita blanca de los cítricos (*Dialeurodes citri* Ashmead), la mosquita blanca de alas nebulosas (*Singhiella citrifolii* (Morgan)) y la mosquita algodonosa (*Aleurothrix floccosus* (Maskell)). Especies con amplia distribución no sólo en el continente americano, sino a nivel mundial en África, Asia y Europa (Martin, 2005). Estas especies también se registran en México (Myartseva *et al.*, 2002).

Los adultos son blanco amarillentos, con vuelo errático y se encuentran en el envés de hojas completamente expandidas. Las hembras colocan los huevos en el envés de las hojas principalmente de especies de la familia Rutaceae,

ya que son especies polífagas; en el caso de la mosquita algodonosa la disposición de los huevos es circular, rodeados de una ligera capa polvosa de escamas cerosas (Difabachew *et al.*, 2011). Las distintas especies de mosquitas blancas dependen de nuevos crecimientos para su desarrollo y reproducción, por lo que son más activos durante los períodos de flujos (Browning *et al.*, 2011).

Al eclosionar del huevo, las ninfas emergen, y luego de caminar una distancia corta, seleccionan un espacio fijo para insertar su estilete en el mesófilo de la hoja (Luppichini *et al.*, 2008) y ahí alimentarse continuamente.

Estas especies de hemípteros causan dos tipos de daños, el directo lo realizan al extraer la savia de las hojas por adultos y ninfas, esta extracción provoca el debilitamiento de nuevos brotes, disminución de rendimiento y defoliación. Los daños indirectos se originan cuando secretan los excesos de alimentación en forma de mielecilla, las gotitas de esta sustancia azucarada son el medio de cultivo para hongos saprófitos que forman una capa oscura en el haz de las hojas, esta mielecilla sirve también como refugio de otras plagas, afecta la eficacia de los plaguicidas (Villalba y Vivas, 1999) y dificulta la acción de los enemigos naturales, principalmente las avispidas que pueden quedar pegadas y morir (Luppichini *et al.*, 2008) (Figura 37).



Figura 37. Presencia de exudados en hojas por presencia de ninfas de mosquita blanca.

Especies de enemigos naturales se han reportado en el país, estos incluyen pequeñas avispidas parasíticas de las ninfas de las mosquitas que pertenecen

al género *Eretmocerus* (Myartseva y Coronado, 2007; Rose, 2000), *Encarsia* y *Arrhenophagus* (Peralta-Gamas *et al.*, 2010); otra especie conocida como parasitoide de la mosquita algodonosa de los cítricos es *Cales noacki* Howard (Sakin y Ulusoy, 2009).

El uso del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, un entomopatógeno, ha mostrado buenos resultados en la regulación de este insecto en la fase de ninfa y huevo, sobre todo si se realizan dos aplicaciones seguidas, con un intervalo de 7 días (Santamaría *et al.*, 1998). Al igual que el uso de detergentes en base a benceno sulfonato de sodio, en dos aplicaciones consecutivas (Ripa *et al.*, 2006).

Se recomienda hacer muestreos rutinarios en el envés de las hojas, un mínimo de 50 hojas seleccionadas al azar para *D. citri* y 150 para *A. floccosus*, son suficientes para estimar la densidad poblacional en huertos de cítricos (Soto *et al.*, 2002).

#### 10. 2. 6. Escama roja de California, *Aonidiella aurantii* (Mask.)

*Aonidiella aurantii* es una plaga de importancia mundial para los cítricos (Ben-Dov, 2006), esta especie exhibe un dimorfismo sexual, con las hembras ápteras (la típica escama circular, ligeramente convexa, de color pardo rojizo, cuerpo piriforme de color amarillo) y con machos alados (con antenas plumosas y una línea transversal característica en la espalda del insecto) (Vargas y Rodríguez, 2008).

Este insecto inserta su aparato bucal dentro del tejido de las plantas y succiona la savia de las células del parénquima, la saliva que inyecta es tóxica a hojas, brotes, ramas y frutos de los cítricos. Las hojas desarrollan una mancha característica bajo y alrededor de cada hembra. Infestaciones elevadas causan la caída de las hojas y la muerte regresiva de brotes y de ramas. Frutos maduros pueden quedar cubiertos por las escamas (Badary y Abd-Rabou, 2010).

Esta especie ha demostrado capacidad de tolerar fríos extremos, sobre todos los primeros instares ninfales (Abdelrahman, 1974), lo que le permite sobrevivir condiciones de invierno.

Este insecto tiene varios enemigos naturales registrados en el mundo, avispidas de los géneros *Aphytis*, *Encarsia*, *Habrolepis*, *Marietta* (Asplanato

y García, 2002; Badary y Abd-Rabou, 2010; Pina y Verdú, 2007) son abundantes y comunes.

Para la toma de decisiones, es fundamental implementar un muestreo dirigido a la colecta de machos, para ello debe emplearse trampas amarillas con feromona ((E)-3, 9-dimetil-6-isopropil-5, 8-decadienil acetato), 10 machos capturados por trampa/día, está correlacionado con poco daño de  plaga en la producción de cítricos (Hernández *et al.*, 2002). Navarro *et al.* (2009) y Vacas *et al.* (2010) proponen el uso de la técnica de la confusión sexual, la cual consiste en inundar con feromona de la hembra de la escama en la huerta de cítricos de interés, con la finalidad de que el macho sea incapaz de encontrar a las hembras disponibles.

Otra estrategia de muestreo consiste en la inspección de 5 ramitas y 10 frutos de 20 árboles seleccionados al azar, para establecer presencia o ausencia de la plaga (Vargas y Rodríguez, 2008).

El uso de aceites minerales, imidacloprid y del tiametoxam, estos últimos aplicados al tronco o al suelo en “drench” han producido buen control (Salas *et al.*, 2010).

#### 10. 2. 7. Moscas de la fruta nativas (Diptera: Tephritidae)

Un grupo de insectos que limita la movilización de fruto a nivel nacional e internacional, lo forman las especies de moscas de la fruta nativas del género *Anastrepha* (Figura 37). Existen cerca de 200 especies descritas, todas con distribución en el continente americano (Aluja *et al.*, 1999). Una característica importante de estos insectos es su capacidad de atacar varios hospederos, por lo que si en campo no hay frutos de naranja, por ejemplo, la hembra buscará frutos de guayaba, mango, ciruela, u otro en donde colocar huevos.

La biología es muy parecida entre las distintas especies del género, la hembra selecciona frutos, en los cuales arriba, explora y coloca masas de huevos debajo de la cáscara. Al eclosionar, las larvas se alimentan de la pulpa, induciendo en ocasiones la caída prematura de los frutos (Aluja *et al.*, 1999). Figura. *Anastrepha ludens* Loew, la mosca mexicana de la fruta.

Cuando las moscas han ovipositado, no hay medida de control químico útil, por lo que el manejo de las poblaciones de estos insectos se dirige al monitoreo

de poblaciones de adultos. La NOM-023-FITO-1995 (SAGARPA, 1999) y la OIEA (2005), establecen el uso de trampas tipo McPhail o Multilure cebada con atrayentes alimenticios para la detección de las moscas. Cuando el árbol se encuentre en la etapa de floración hasta la cosecha, esta norma establece colocar 1 trampa/5 ha de huertas de cítricos. El resto del año, es suficiente con colocar 1 trampa/10 ha. Las trampas deberán revisarse cada semana y deberá renovarse la mezcla del cebo empleado.

La mezcla que tiene la trampa, está elaborada de la siguiente manera: 10 ml de proteína hidrolizada, 5 g de bórax y 235 ml de agua (SAGARPA, 1999). Como proteína hidrolizada, puede emplearse una de las siguientes marcas: Captor<sup>®</sup>, Proter<sup>®</sup>, Winner<sup>®</sup>, GF 120<sup>®</sup>, entre otros. En el mercado además existen atrayentes sintéticos (Biolure<sup>®</sup> y Nulure<sup>®</sup>) que facilitan el manejo del trapeo, estos consisten en tiras que se pegan por dentro de la trampa y liberan los compuestos al medio ambiente, la ventaja con respecto a los cebos alimenticios tradicionales es su larga duración, sólo habría que cambiar el agua.

Esta misma normatividad establece que en caso que se colecta una mosca deberán iniciar las aplicaciones de cebo+agroquímico alrededor del sitio de captura de la mosca, 100 m hacia cada punto cardinal. Realizar cuatro aplicaciones consecutivas con intervalo de 7 días. Si más de una mosca cae en una trampa o moscas en varias trampas al mismo tiempo deberá realizarse una aplicación de cebo+agroquímico en toda la huerta (SAGARPA, 1999).

Realizar una mezcla de los siguientes componentes y proporciones: 1 proporción de insecticida (malatión)+ 4 partes de proteína hidrolizada+ 95 partes de agua. De esta mezcla deberá aplicarse de 150-300 ml.

Existe un índice de infestación, llamado MTD (moscas trampa día), que permite establecer el nivel de prevalencia de poblaciones de moscas de la fruta en las huertas de frutales, este se calcula de la manera siguiente:

$$\text{MTD} = M / (T * D)$$

Donde M es el número de moscas capturadas en la fecha X,

T= trampas revisadas,

D= número de días de exposición de las trampas.

El valor obtenido se expresa en diezmilésimas= 0.0000; valores inferiores a 0.0100 indican baja prevalencia, por el contrario, valores superiores indican alta prevalencia.

Otra estrategia útil es el uso de enemigos naturales, principalmente avispitas de la familias Braconidae, Figitidae, Diapriidae, Pteromalidae, Chalcididae, Eurotomyidae y Perilampidae, las que tienen como preferencia atacar la principal  mente la larva o gusano de las moscas de la fruta (Hernández-Ortiz et al., 2006). Muchas de estas especies se han usado ya en programas de control biológico a través de la cría y liberación masiva de parasitoides (López et al., 1999).

## 11. COSECHA

### 11.1. Limón persa

Los frutos de limón persa alcanzan su madurez comercial entre 120 y 126 días después de la floración (Alia et al., 2011), con frutos entre 50 y 62 mm de diámetro polar y entre 40 y 50 mm de diámetro ecuatorial. En Morelos la cosecha es manual, cosechan con base a su tamaño y color. Los frutos verdes oscuros son los más preferidos. Recientemente Alia et al. (2011), han establecido algunos índices de cosecha con mayor objetividad, así en el color los valores de los frutos de limón persa apto para su cosecha son  $L^* = 51-54$ ,  $C^* = 40-43$ ,  $a^* = 101-105$ ; sólidos solubles totales entre 7.4 y 8.0; acidez titulable entre 5 y 6 %; y el porcentaje de jugo superior a 45 %, que se alcanzan a los 120 días después del amarre o cuajado del fruto.

Se sugiere cosechar durante los días soleados o 1 a 2 días después de haber llovido o regado (Curti-Díaz et al., 2000). La cosecha debe ser manual, y debe manejarse con mucho cuidado durante y después de la cosecha, evitando que se golpee y se exponga al sol, si no se realiza estas acciones se pueden tener daños fisiológicos importantes en la fruta.

### 11.2 Naranja valencia

En Morelos, la naranja valencia se cosecha después de nueve meses desde la floración (García et al., 2011), sin embargo recientemente se están realizando trabajos donde se determinará el periodo de flor a fruto y las características físicas y químicas durante su desarrollo. La cosecha es manual, y el índice de cosecha es el tamaño del fruto, la rugosidad de la cascara y el color.

Es recomendable cosechar los frutos en la mañana entre 8 y 11 de la mañana, evitar su exposición directa al sol para evitar la deshidratación del fruto. Los frutos no deben golpearse para evitar ruptura de la epidermis del fruto y ocasionar salida de agua y que patógenos puedan ocasionar pudriciones. Los frutos generalmente cosechan manualmente, para esto cada fruto es desprendido del árbol y colocado en ayates o cubetas, posteriormente son llevados en cajas de plástico para su comercialización.

## **12. AGRADECIMIENTOS**

Se agradece el apoyo de los Productores de cítricos Francisco Javier Rivera Huidobro, Tomas Cabrera Torres, Sergio Marín Chazaro, Juan Lena Trejo, Juan Leana Malpica, Juan Ibañez Olea por permitir realizar los estudios en sus huertas de producción y que se presentan en la publicación. Se agradece a la Fundación PRODUCE Morelos A.C., por brindar el financiamiento al proyecto “Manejo agronómico, calidad y tecnologías poscosecha en naranja valencia y limón persa en el estado de Morelos”.

## **13. LITERATURA CITADA**

Aguilar Benítez, S., 1998: Ecología del estado de Morelos, Un enfoque geográfico. Editorial Praxis, México, D.F., 469 pp.

Atlas del Agua de la República Mexicana, 1976: Secretaría de Recursos Hidráulicos, México.

Agustí, M. 2003. Citricultura. Mundi Prensa. Madrid, España. 422 p.

Agustí, M. 2004. Fruticultura. Mundi-Prensa. Madrid, España. 493 p.

Alia, T. I., L. Arios C., A. Lugo A., R. Ariza F. 2011. Índice de cosecha de limón persa y naranja valencia en Morelos: Fenología e Índice de cosecha en limón persa. INIFAP, Campo Experimental Zacatepec. Folleto Técnico Núm. 56. 42 p.

Alia, T. I., M. N. Beltrán, A. Lugo A., R. Ariza F. 2009. Calidad del limón Persa y naranja Valencia en el estado de Morelos. SAGARPA-INIFAP. Folleto Técnico Núm. 41. 23 p.

Alia, T. I., R. Ariza F., A. Lugo A., M. A. Segura G., E. Nabor M., G. A. Pérez A., E. Pachunqueño C. 2009. Tecnologías poscosecha en limón Persa y naranja Valencia en el estado de Morelos. SAGARPA-INIFAP. Folleto Técnico Núm. 42. 27 p.

Anónimo. 2011. Monografía del Limón Persa. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. 38 p. En Línea: <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/MONOGRAFIA%20LIMON2011.PDF>. Consultado el 10 de enero de 2011.

Ariza F., R., Alia T., I., Lugo., A., A., Ambriz C., R., Lopez M., V. 2009. Manejo agronómico para la producción de naranja valencia en el estado de Morelos. Folleto para productores No. 49. INIFAP. CIRPAS, ISBN: 978-607-425-260-6. 25 p.

Atlas del Agua de la República Mexicana, 1976: Secretaría de Recursos Hidráulicos, México.

Avitia, G. E., A. M. Castillo G. 2001. Taxonomía y nomenclatura de especies frutícolas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 50 p.

Bassanezi, B. R. 2011. Huanglongbing management in Sao Paulo: from local to regional managements. Memorias del Segundo Taller Internacional sobre Plagas Cuarentenarias de los cítricos. Manzanillo, Colima, México 15-19 de Agosto.

CENSPLPLPCLL. 2011. Plan rector. Comité Ejecutivo Nacional Sistema Producto Limon Persa, Lima Persa, Citrus Latifolia L. A. C. En línea: <http://www.solucionesexpress.com.mx/wordpress/wp-content/uploads/Plan-Rector-Sistema-Producto-Limon-Persa-2010.pdf>. Consultado el 3 de mayo de 2011.

Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). 2004. Catalogo de Plaguicidas. Versión 5.0.

Contreras-Morales, E., G. Almaguer-Vargas, J. R. Espinoza-Espinoza, R. Maldonado.Torres, A. Álvarez-Sánchez. 2008. Distribución radical de árboles de limón persa (*Citrus latifolia* Tan.) Revista Chapingo Serie Horticultura 14: 223-234.

CROPWAT4W.1998: Software para el cálculo de los requerimientos de riego, versión 4.3 para MS-Windows, FAO.

Curtí-Díaz, S. A. 1996. El despunte de brotes y el desarrollo del limón persa. *Agrociencia* 30: 405-409.

Curtí-Díaz, S. A., U. Díaz-Zorrilla, X. Loredó-Salazar, J. A. Sandoval R., L. Pastrana A., M. Rodríguez C. 1998. Manual de producción de naranja para Veracruz y Tabasco. Libro Técnico Núm. 2. INIFAP-SAGARPA.175 p.

Curtí-Díaz, S.A., X. Loredó S., U. Díaz Z., J. A. Sandoval R., J. Hernández H. Tecnología para producir limón persa. INIFAP-CIRGOC. Campo Experimental Ixtacuaco. Lintro Técnico Núm. 8. Veracruz, México. 144 p.

Epstein, E., A. J. Bloom. 2005. Mineral nutrition of Plants: Principles and Perspectives. Sinauer Associates, Sunderland, MA. 400 p.

FAOSTAT. 2011. Producción. Cultivos. En línea? <http://faostat.fao.org>. Consultado el 2 de febrero de 2011.

Futch, S. H., D. P. H. Tucker. 2008. A guide to citrus nutritional deficiency and toxicity identification. HS 797. University of Florida. IFAS Extension. 6 p.

García, B. M. N. 2011. Diagnostico de la producción y evaluación de la calidad de naranja (*Citrus sinensis* var. Valencia) y Limón (*Citrus latifolia* var. Persa) en el estado de Morelos. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. En prensa.

García, E., 1987: Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Cuarta Edición. México Talleres de Offset Larios, S.A.

Garza, L. J. G., V. M. Medina U., M. Robles G., J. Orozco R., S. Becerra R. 2003. Cultivares de naranja temprana y tardía para el trópico de Colima. INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico Núm. 1. 62 p.

Hernandez G. C., Curti Diaz S. A., Loredó S. X., Maza L. I. (2007) Primera semana Internacional de citricultura en Veracruz, México. Tolerancia de 27 portainjertos para cítricos a phytophthora en condiciones de vivero y laboratorio.

Hodgson, W. R. 1967. Horticultural varieties of citrus. In: The Citrus Industry. V. 1. History, World Distribution, Botany and Varieties. Reuther, W., H. John W., L. Dexter B. (Eds.). En línea: [www.websites.lib.ucr.edu/agnic/webber/](http://www.websites.lib.ucr.edu/agnic/webber/). Consultado el 3 de Febrero de 2011.

IMTA 2002. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Proyectos ejecutivos de sistemas de riego en el Estado de Morelos. Informe Técnico. 150 p.

Köppen, W., 1948: Climatología. Fondo de Cultura Económica, México.

Lugo., A., A., Ariza F., R., Alia T., I., Ambriz C., R., Lopez M., V. 2009. Manejo agronómico para la producción de limón persa en el estado de Morelos. Folleto para productores Núm. 48. CEZACA. CIRPAS, 25 p.

Mattos, J. D., T. Fernando M., F. Alvez Azevedo, J. Antonio Q. 2010. Soil nutrient availability and its impact on fruit quality of thaiti acide lime. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal 32: 335-342.

Maza L. I., Loredó S. X., Curti Díaz S. A., Hernández G. C (2007) Primera semana Internacional de citricultura en Veracruz, México. Tolerancia a la asfixia radical por inundación de 25 portainjertos cítricos en condiciones de vivero.

Medina-Urrutia, V. M., M. M. Robles G., S: Becerra R., J. Orozco S., J. G. Garza L., M. E. Ovando C., X. Chávez C., F. A. Félix C. 2001. El cultivo del Limón Mexicano. Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA-INIFAP. 188 p.

Medina-Urrutia, V.M. 1994. Portainjertos para Limón mexicano. SARH-INIFAP. Folleto para productores Núm. 2. 15 p.

Morillo, C. A. C., Y. Morillo C., Y Chagüeza V., A. Caicedo A., J. Jaramillo V., O. J. Muñoz R., A. Lucía A., H. D. Vázquez A., J. E. Muñoz F. 2009. Caracterización de la diversidad genética en naranja y comparación del polimorfismo de microsatélites amplificados al azar (RAMs) usando electroforesis de poliacrilamida y agarosa. Acta Agronómica 58: 234-244.

Morton, J. 1987. Orange. In: Fruits os Warm climates. Morton J. F. (Ed.). Miami, Fl. Pp: 134-142.

Nuñez, E. R. 2009. Corrección de deficiencias nutrimentales en el suelo. *In: Nutrición de cultivos*. Alcántar, G. G., L. I. Trejo-Téllez (Coordinadores). Mundi Prensa-Colegio de Postgraduados. pp: 273-323.

Obreza, A. T., K. T. Morgan. 2008. Nutrition of Florida citrus Trees. 2<sup>nd</sup> Edition. SL 253. University of Florida, IFAS Extension. 96 p.

Obreza, T. A., A. K. Alva, E. A. Hanlon, R. E. Rouse. 1999. Citrus Grove Leaf Tissue and Soil Testing: Sampling, Analysis and Interpretation. SL 115. University of Florida, IFAS Extension. 5 p.

Osuna C. F. de J., S. Ramírez R., M. J. Güemes G., A. Ayala S. 2010. Uso de fertirriego en cebolla en el estado de Morelos. INIFAP, CEZACA. Folleto Técnico Núm. 48. 24 p.

Paramasivam, S., A. K. Alva, K. H. Hostler, G. W. Easterwood, J. S. Southwell. 2000. Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development. *J. Plant Nutrition* 23: 313-327.

Rivera-Ortiz, P. R., B. I. Casto-Meza, F. R de la Garza-Requena. 2009. Clorosis férrica en cítricos y fertilización foliar. *Terra Latinoamericana* 27:11-17.  
Rodríguez V. A., S. M. Mazza, G. C. Martínez, A. R. Ferrero. 2005. Zn and K influence in fruit sizes of valencia orange. *Rev. Bras. Frutic.* 27: 132-135.

Salazar-García, S. 2002. Nutrición del aguacate, principios y aplicaciones. INIFAP-INPOFOS. Querétaro, México. 165 p.

Salibe, A. A., Moreira, C. S. 1984. Performance of Rangpur lime rootstock for citrus in Brazil. *Proceedings of the International Society of Citriculture.* 1: 29-33.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Acuerdo por el que se dan a conocer las medidas fitosanitarias que deberán aplicarse para el control del Huanglongbing (*Candidatus liberibacter* spp.) y su vector. *Diario Oficial.* 16 de agosto de 2010. México, D. F. 13 p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-

047-FITO-2009, por la que se establecen las acciones fitosanitarias para mitigar el riesgo de introducción y dispersión del Huanglongbing (HLB) de los cítricos (*Candidatus Liberibacter* spp.) en el territorio nacional. Diario Oficial. 15 de julio de 2009. México, D. F. 8 p.

SIAP. 2011. Producción agrícola. En línea: [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx). Consultado en febrero de 2011.

SICLIM, 2000: Sistema de Información Climatológica Versión 1.0; CD-ROM de datos climatológicos de la República Mexicana, IMTA.

Smith, M., R. Allen and L. Pereira, 1996: Revised FAO Methodology for Crop Water Requirements, Proceedings of the ASAE International Conference on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, San Antonio, Tx (Nov 3-6, 1996)

Stenzel, C. N.M., C. S. V. J. Neves. 2004. Rootstocks for 'Tahiti' lime. Scientia Agricola 61: 151-155.

Stuchi, S. E., L. C. Donadio, O. R. Sempionato. 2003. Performance of yahiti lime on *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* Flying Dragon in four densities. Fruits 58: 13-18.

Taiz, L., E. Zeiger. 2010. Plant Physiology. Fifth Edition. Sinauer Associates Inc. Sunderland, MA, USA. 782.

Zekri, M., T. A. Obreza. 2009. Plant Nutrients for Citrus Trees. Fac Sheet SL 200. Florida Cooperative Extension Service, Institute of food and Agricultural Sciences, University of Florida. 5 p.

Zerki, M., T. A. Obreza. 2009 a. Macronutrient deficiencies in citrus: calcium, magnesium and sulfur. SL 202. University of Florida. IFAS Extension. 3 p.

Zerki, M., T. A. Obreza. 2009 b. Micronutrient deficiencies in citrus: iron, zinc and manganese. SL 204. University of Florida. IFAS Extension. 3 p.

Zerki, M., T. A. Obreza. 2009 c. Micronutrient deficiencies in citrus: boron, copper and molybdenum. SL 203. University of Florida. IFAS Extension. 3 p.

Abdelrahman, I. 1974. The effect of extreme temperatures on California red scale, *Aonidiella aurantii* (mask.) (Hemiptera: Diaspididae), and its natural enemies. Australian Journal of Zoology 22: 203-212.

Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Elsevier. Academic Press. London, UK. 922 p.

Aluja, M., L. Pinero, I. Jácome, F. Díaz-Fleischer y J. M. Sivinski. 1999. Behavior of flies in the genus *Anastrepha* (Trypetinae: Toxotrypanini). Pp. 375-406. In: Aluja, M. y A. L. Norrbom (Eds.). Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior. CRC Press. Boca Raton, USA.

Asplanato, G. y F. García M. 2002. Parasitismo de la cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* (Homoptera: Diaspididae) en la zona citrícola sur de Uruguay. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 28: 5-20.

Badary, H. y S. Abd-Rabou. 2010. Biological studies of the California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae) under different host plants and temperatures with an annotated list of natural enemies of this pest in Egypt. Egyptian Academy of Biological Science 3(1): 235-242.

Ben-Dov, Y. 2006. Taxonomy of *Aonidiella yehudithae* sp. nov. and *Lindingaspis misrae* (Laing) comb. nov. with a key to species of *Aonidiella* Berlese & Leonardi (Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae). Zootaxa 1190: 51-57.

Browning, H. W., C. C. Childers, P. A. Stansly, J. Peña, y M. E. Rogers. 2011. Florida citrus pest management guide: soft bodied insects attacking foliage and fruit. University of Florida. IFAS Extension ENY-604. 5 p.

Cañarte B., E., N. Bautista M., J. Vera G., H. C. Arredondo B., y A. Huerta P. 2004. *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in citrus in Ecuador. Florida Entomologist 87(1): 10-17.

Chagas, M. C. M., J. R. P. Parra, T. Namekata, J. S. Hartung, y P. T. Yamamoto. 2001. *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) and its relationship with the citrus canker bacterium *Xanthomonas axonopodis* pv *citri* in Brazil. Neotropical Entomology 30(1): 55-59.

Coronado-Blanco, J. y E. Ruíz-Cancino. 2004. Registro del "psílido asiático de los cítricos" *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) para

México. Folia Entomológica Mexicana 43(1): 165-166.

Diez, P. A., J. E. Peña y P. Fidalgo. 2006. Population dynamics of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillaridae) and its parasitoids in Tafí Viejo, Tucumán, Argentina. Florida Entomologist 89(3): 328-335.

Difabachew, K. B., A. Zewdu, y J. E. Foster. 2011. Ecology and management of the woolly whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae), a new invasive citrus pest in Florida. Journal of Economic Entomology 104(4): 1329-1338.

El-Desouky, A. y D. G. Hall. 2011. A new method for short-term rearing of citrus psyllids (Hemiptera: Psyllidae) and for collecting their honeydew excretions. Florida Entomologist 94(2): 340-342.

Farmanullah, B. H. y R. Gul. 2005. Evaluation of six different groups of insecticides for the control of citrus psylla *Diaphorina citric* (Hemiptera: Psyllidae). Songklanakarin Journal of Science and Technology 27(1): 17-23.

Folimonova, S. Y., C. J. Roberston, S. M. Garnsey, S. Gowda y W. O. Dawson. 2009. Examination of the responses of different genotypes of citrus to Huanglongbing (citrus greening) under different conditions. Phytopathology 99: 1346-1354.

Graves, S. D. y A. M. Shapiro. 2003. Exotics as host plants of the California butterfly fauna. Biological Conservation 110: 413-433.

Halbert, S. E. y K. L. Manjunath. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. Florida Entomologist 87(3): 330-353.

Hall, D. G., M. G. Hentz, y M. A. Ciomperlik. 2010. A comparison of traps and stem tap samplig for monitoring adult Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. Florida Entomologist 90(2): 327-334.

Hernández-Ortiz, V., H. Delfín-Hernández, A. Escalante-Tio, y P. Manrique-Saide. 2006. Hymenopteran parasitoids of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) reared from different hosts in Yucatan, Mexico. Florida Entomologist 89(4): 508-515.

Hernández, E., A. Escobar, B. Bravo, y P. Montoya. 2010. Chilled packing systems for fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the sterile insect technique. *Neotropical Entomology* 39(4): 601-607.

Hernández P., P., J. M. Rodríguez R., y F. García M. 2002. Umbrales de tratamiento para coccidos diaspididos en cítricos. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 28: 469-478.

Jahnke, S. M., L. R. Redaelli, L. M. G. Diefenbach, y C. F. Efrom. 2008. Spatial distribution of parasitism on *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) in citrus orchards. *Brazilian Journal of Biology* 68(4): 813-817.

Jesus, C. R. y L. R. Redaelli. 2008. Spatial distribution of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) larvae in three scales. *Brazilian Journal of Biology* 68(1): 205-210.

Lapointe, S. L. y W. S. Leal. 2007. Describing seasonal phenology of the leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) with pheromone lures: controlling for lure degradation. *Florida Entomologist* 90(4): 710-714.

Liu, Y. H. y J. H. Tsai. 2002. Effect of temperature on development, survivorship, and fecundity of *Lysiphlebia mirzai* (Hymenoptera: Aphidiidae), a parasitoid of *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 31(2): 418-424.

López, M., A. Aluja, y J. Sivinski. 1999. Hymenopterous larval-pupal and pupal parasitoids of *Anastrepha* flies (Diptera: Tephritidae) in Mexico. *Biological Control* 15: 119-129.

Luppichini, P., R. Ripa, P. Larral, E. Núñez, y F. Rodríguez. 2008. Mosquita blanca algodonosa de los cítricos, mosca blanca lanuda de los cítricos (Perú). Pp. 111-122. En: Ripa, R. y P. Larral (Eds.). *Manejo de Plagas en Paltos y Cítricos*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Región de Valparaíso, Chile.

McAuslane, H. J. 2009. Giant swallowtail, orangedog, *Papilio cresphontes* Cramer (Insecta: Lepidoptera: Papilionidae). University of Florida. IFAS Extension. EENY-008. 5 p.

Manjunath, K. L., S. E. Halbert, C. Ramadugu, S. Webb y R. F. Lee. 2008. Detection of *Candidatus Liberibacter asiaticus* in *Diaphorina citri* and its importance in the management of citrus Huanglongbing in Florida. *Phytopathology* 98: 387-396.

Martin, J. H. 2005. Whiteflies of Belize (Hemiptera: Aleyrodidae). Part 2. A review of the subfamily Aleyrodidae Westwood. *Zootaxa* 1098: 1-116.

Myartseva, S. N., E. Ruíz C., J. M. Coronado B. 2002. Aleyrodidos (Homoptera: Aleyrodidae) en el centro y sur de Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 87: 167-169.

Myartseva, S. N. y J. M. Coronado B. 2007. Especies de *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoides de *Aleurothrix floccosus* (Maskell) (Homoptera: Aleyrodidae) de México, con la descripción de una nueva especie. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 23(1):37-46.

Navarro L., V., S. Vacas, C. Alfaro, y J. Primo. 2009. Aplicación de la técnica de confusión sexual al control del piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* Maskell. II Jornadas sobre feromonas, atrayentes, trampas y control biológico: alternativas para la agricultura del siglo XXI. IX Congrés Citrícola L'horta sud. Valencia, España.

Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). 2005. Guía para el trapeo en programas de control de la mosca de la fruta en áreas amplias. OIEA. Viena, Austria. 48 p.

Pina, T. y M. J. Verdú. 2007. El piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* (Maskell), y sus parasitoides en cítricos de la Comunidad Valenciana. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 33: 357-368.

Peralta-Gamas, M., S. N. Myartseva, A. González-Hernández, J. A. Villanueva-Jiménez, S. Sánchez-Soto & C. F. Ortiz-García. 2010. Avispas parasíticas (Hymenoptera: Chalcidoidea) de Aleyrodidae y Diaspididae (Hemiptera: Sternorrhyncha) en plantaciones de naranja (*Citrus sinensis* L.) de la Chontalpa, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 26(1): 229-231.

Peralta-Gamas, J. A. Villanueva-Jiménez, S. Sánchez-Soto, C. F. Ortiz G., y S. N. Myartseva. 2009. Nuevos registros de Aleyrodidae y Diaspididae (Hemiptera: Stenorrhyncha) en plantaciones de naranja (*Citrus sinensis* L.) de la Chontalpa, Tabasco, México. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 10(1): 42-44.

Pluke, R. W. H., A. Escribano, J. P. Michaud, P. A. Stansly. 2005. Potential impact of lady beetles on *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Puerto Rico. Florida Entomologist 88(2): 123-128.

Ripa S., R., F. Rodríguez A., P. Larral D., y R. F. Luck. 2006. Evaluación de un detergente en base a benceno sulfonato de sodio para el control de la mosquita blanca *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Hemiptera: Aleyrodidae) y de la arañita roja *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) en naranjos y mandarinos. Agricultura Técnica (Chile) 66(2): 115-123.

Ripa, R., F. Rodríguez, P. Larral, y S. Rojas. 2008. Escama Roja, Red Scale/ California red scale *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae). Pp. 173-177. En: Ripa, R. y P. Larral (Eds.). Manejo de Plagas en Paltos y Cítricos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Región de Valparaíso, Chile.

Rose, M. 2000. *Eretmocerus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) reared from *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Homoptera: Aleyrodidae) in the Americas. Vedula 7: 3-46.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA). 1999. Norma Oficial Mexicana NOM-023-FITO-1995, por la que se establece la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta. Diario Oficial. Jueves 11 de febrero de 1999. México, D. F. 18 p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA). 2010. Acuerdo por el que se dan a conocer las medidas fitosanitarias que deberán aplicarse para el control del Huanglongbing (*Candidatus liberibacter* spp.) y su vector. Diario Oficial. 16 de agosto de 2010. México, D. F. 13 p.

Sakin G. V. y M. R. Ulusoy. 2009. The effects of different temperatures and diets on the biology of *Cales noacki* Howard (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of the citrus woolly whitefly. Turkian Journal of Agriculture Forestry 33: 267-275.

Salas, H., L. Goane, A. S. CAsmuz, S. A. Zapatiel, M. Bernal, y J. M. Lazcano. 2010. Control químico de la cochinilla roja australiana (*Aonidiella aurantii* Maskell) con productos sistémicos aplicados al tronco y al suelo en plantaciones jóvenes de limonero. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán* 87(1): 39-44.

Santamaría, A., J. Costa-Comelles, A. Alonso, J. M. Rodríguez, y J. Ferrer. 1998. Ensayo del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin para el control de la mosca blanca de los cítricos *Aleurothrix floccosus* (Maskell) (Homoptera: Aleyrodidae) y su acción sobre el parásito *Cales noacki* (Howard) (Hymenoptera: Aphelinidae). *Boletín de Sanidad Vegetal* 24: 695-706.

Soto, A., F. Ohlenschläeger, y F. García-Marí. 2002. Distribution and sampling of the witheflies *Aleurothrixus floccosus*, *Dialeurodes citri*, and *Parabemisia myricae* (Homoptera: Aleyrodidae) in citrus in Spain. *Journal of Economic Entomology* 95(1): 167-173.

Vacas, S., C. Alfaro, V. Navarro-Llopis, y J. Primo. 2010. Mating disruption of California red scale, *Aonidiella aurantii* Masken (Homoptera: Diaspididae), using biodegradable mesoporous pheromone dispensers. *Pest Management Science* 66: 745-751.



## Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



- Sede de Centro de Investigación Regional
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
- Campo Experimental

En el proceso editorial de esta publicación colaboraron las siguientes personas:

### **COMITÉ EDITORIAL DEL CIRPAS**

Dr. René Camacho Castro  
Dr. Rafael Ariza Flores  
Dr. Carlos Hugo Avendaño Arrazate  
Dr. Pedro Cadena Iñiguez  
M.C. Marino González Camarillo  
M.C. Leonardo Hernández Aragón

### **EDICIÓN Y SUPERVISIÓN**

Dr. Efraín Cruz Cruz  
Dr. Jorge Miguel Paulino Vázquez Alvarado  
Dr. Felipe de Jesús Osuna Canizalez  
M.C. Fortunato Solares Arenas  
Ing. Humberto Galván carrera

### **COORDINACIÓN DE LA PUBLICACIÓN**

Dr. Efraín Cruz Cruz  
Dr. Iran Alia Tejacal  
Ing. Humberto Galván Carrera

### **CÓDIGO INIFAP**

MX-0-310399-52-07-35-09-56

La presente publicación se terminó de imprimir el mes de junio de 2011 en la imprenta Qualy Servicios Integrales, Av. Porvenir No. 5, Colonia el Porvenir, Jiutepec, Morelos, México. C.P. 62577. Teléfono/Fax (777) 455-21-57. Correo electrónico: [qualysi@gmail.com](mailto:qualysi@gmail.com)

Su tiraje consta de 1,000 ejemplares



GOBIERNO DEL ESTADO  
DE MORELOS  
2006 - 2012

Dr. Marco Antonio adame Castillo  
Gobernador Constitucional del estado de Morelos  
Lic. Bernardo Pastrana Gómez  
Secretario de desarrollo Agropecuario del estado de Morelos



ENLACE, INNOVACION Y PROGRESO

## CONSEJO DIRECTIVO DE LA FUNDACION PRODUCE MORELOS A.C.

|                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Ing. Rodrigo Abarca Ramírez           | M.C. Juan Antonio Casillas González |
| Presidente                            | Vocal                               |
| Ing. Luis Granda Carreto              | C. Petronilo Ariza Mendoza          |
| Vicepresidente                        | Vocal                               |
| Ing. Juan Ibañez Olea                 | M.V.Z. Francisco Alanís Gómez       |
| Vocal                                 | Vocal                               |
| Ing. María Guadalupe Guerrero Cordova | C.P. José Antonio López Guerrero    |
| Vocal                                 | Gerente                             |
| Lic. Bernardo Pastrana Gómez          |                                     |
| Vocal                                 |                                     |

Este Programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente.