

FUNDACIÓN
PRODUCE
Sinaloa A.C.
ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO

SAGARPA



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



GOBIERNO
DEL ESTADO
DE SINALOA

IV Jornada de transferencia de tecnología en el cultivo de mango



MEMORIAS DE CAPACITACIÓN

IV Jornada de transferencia de tecnología en el cultivo del mango

Memoria

Índice

Manejo de enfermedades en floración y amarre de frutos.....	7
La poda del mango en el trópico.....	23
Nutrición en mango.....	43
Técnicas para adelantar la floración de mango en Sinaloa.....	57
Situación actual de la cochinilla rosada en el sur de Sinaloa....	65

MANEJO DE ENFERMEDADES EN FLORACIÓN Y AMARRE DE FRUTOS

Enrique Noé Becerra Leor¹
Xóchitl Rosas González²

Introducción

Las principales enfermedades que afectan la producción del cultivo de mango en México son la escoba de bruja, antracnosis, cenicilla y muerte descendente.

Los daños que originan dependen de las condiciones climáticas presentes en cada ciclo de cultivo, si éstas son adecuadas para los patógenos las enfermedades pueden ser muy destructivas.

A continuación se describen las principales enfermedades del cultivo causadas por hongos y nematodos (principalmente en Veracruz) y se menciona su distribución e importancia en otras regiones mangueras, síntomas, epidemiología y control.

El orden en que aparecen las enfermedades en este escrito es de acuerdo a la importancia que tienen en Veracruz.

Antracnosis

Su distribución es mundial; se presenta en todas las áreas donde se cultiva mango, aunque su importancia varía en cada país.

En Estados Unidos (Florida y Hawai) se considera la enfermedad más importante.

El agente causal es un hongo que está presente durante todo el ciclo de cultivo; afecta diferentes partes de las plantas e incluso causa daños en poscosecha; en floración puede ocasionar la pérdida total de la producción: Al secar las inflorescencias reduce el cuajado de fruta.

En México, la antracnosis se reporta en los 26 estados productores de mango; sin embargo, en Tabasco se han detectado ataques fuertes y más destructivos en las etapas de floración, mientras que en el resto de las entidades su impacto es tanto en pre como en poscosecha.

1 Investigador de Fitopatología. Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP. Cotaxtla, Veracruz.

2 Investigador de Fruticultura tropical. Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP. Cotaxtla, Veracruz.

3 Eje principal de una inflorescencia y, también, nervio medio de una hoja compuesta, donde están insertados los folíolos.

De acuerdo a estudios efectuados, en cultivos donde se aplican fungicidas se presenta de 50 a 61% más producción que en huertos donde no se realiza aplicación de químicos.

Mientras que las variedades Haden, Palmer, Sensation y Zill son susceptibles a antracnosis, Kent e Irwin son altamente susceptibles.

Síntomas

Este patógeno puede atacar la mayoría de las partes de la planta. En las inflorescencias, al principio, el daño se presenta como lesiones pequeñas de color café, que pueden crecer y unirse hasta ocasionar la muerte de raquis y flores.

En algunas inflorescencias tiernas, la enfermedad ocasiona un tizón que empieza en la punta y avanza hacia la base.

En los bordes de las hojas tiernas provoca manchas grandes café-rojizas que avanzan hasta abarcar toda la hoja y las secan completamente; cuando esta situación se presenta en plantas adultas, el follaje nuevo de marzo y abril resulta más afectado, mientras que al manifestarse en plantas a nivel de vivero, daña el follaje que crece en todo el año.

Las afectaciones principales por este hongo se presentan en los frutos, como una serie de manchas redondas de color café canela, que crecen y pueden unirse, con lo que se pudre el fruto.

Las manchas no sólo se presentan en la cáscara, sino que penetran el fruto; en ocasiones, sobre éstas se observan pequeños puntos rosas, que corresponden a las fructificaciones del hongo.

Ciclo de la enfermedad

Las esporas se producen en un rango de temperatura de 10 a 30°C, pero su ideal lo alcanzan alrededor de 17 a 20°C, con una humedad relativa (HR) de 95 a 97 por ciento.

El hongo puede estar presente y liberar esporas durante toda la estación; se observa en hojas, ramas defoliadas terminales e inflorescencias viejas.

Durante periodos prolongados de lluvia, se presenta una mayor cantidad de esporas, que pueden ser diseminadas por el viento y agua.

La germinación de las esporas y el aumento del hongo se incrementan con humedades relativas (HR) de 90 a 100%.

Las lesiones aparecen y son más severas de 97.5 a 100% de humedad relativa y de 25 a 30°C.

Prevención y manejo

Algunas variedades como Carrie, Edward, Julie, Keitt, Tommy Atkins poseen moderada resistencia al hongo.

Se recomienda la aplicación de fungicidas al inicio de la floración, con Benomyl (200 gramos por 100 litros de agua), Captán (250 gramos por 100 litros de agua) o productos a base de cobre (400 gramos por 100

litros de agua).

Para control en poscosecha, se sugiere sumergir los frutos en agua caliente, a 51°C, por 15 minutos.

Otro estudio aconseja que el agua esté de 54.4 a 55.8°C, por 5 minutos.

Una investigación más señala que el tratamiento de agua caliente sea de 52°C más 1 gramo de Benomyl por litro de agua, durante 5 minutos.

También se recomiendan inmersiones de frutos en agua caliente (52°C) con 0.1% de Benomyl, por 1 ó 3 minutos.

Cenicilla

Ocurre en muchos países que se encuentran en latitudes de 40° al norte y sur del Ecuador, algunos de ellos en Asia (Pakistán, India, Ceilán, Nepal e Israel), África (Egipto, Etiopía, Kenia y Rhodesia), América (Estados Unidos, México, Perú y Brasil) y en Australia (Nueva Gales del Sur).

En Sudáfrica, las pérdidas que se reportan por cenicilla son de 80 a 90%.

Aunque no se han evaluado los daños en otros países, en ciertas temporadas puede ser una enfermedad muy destructiva.

Las variedades Zill y Kent son muy susceptibles a esta enfermedad, Haden, Carrie y Keitt son moderadamente susceptibles y Tommy Atkins, Kensington y Sensation son ligeramente susceptibles.

Síntomas

El daño principal por este hongo se observa en las panículas, durante la floración.

Sobre éstas se presenta un polvo blanco, que seca las flores, con lo que origina bajo prendimiento de frutos, que también pueden ser afectados con el mismo polvillo blanco.

El hongo se puede presentar en follaje tierno, donde afecta el envés de las hojas, si el ataque es severo provoca distorsión, tanto a nivel de vivero como en plantaciones establecidas.

Al avanzar la infección, las áreas cubiertas por el polvillo blanco se secan, lo que puede ocasionar defoliación.

Este hongo también puede afectar frutos tiernos.

En algunos casos, el efecto de esta enfermedad en el fruto se confunde con el de la roña, debido a la presencia de escarificaciones.

Ciclo de la enfermedad

El hongo persiste en hojas viejas y ataca, al aparecer, el tejido joven. Puede presentarse bajo condiciones de 22°C y 100% de humedad relativa (HR).

Si la temperatura aumenta, la esporulación disminuye. La HR no es tan

necesaria para que esta condición se presente.

Las epidemias generalmente suceden a HR alta (de 90% en adelante) y a temperaturas de 20 a 25°C.

Prevención y manejo

Se recomienda azufre humectable o líquido (900 gramos o 1 litro por 100 litros de agua), aplicado a partir de la emisión de las inflorescencias y mientras dure la enfermedad.

Tres aplicaciones de azufre (2.154 kilogramos en 454.6 litros de agua) dan buen control.

La primera aplicación debe ser antes de la floración; la segunda, en floración, y la tercera, tres semanas después del amarre del fruto.

Otros autores recomiendan Quinometionato (50 gramos), Dinocap (100 gramos) y Thiofanato metil (70 gramos en 100 litros de agua).

Escoba de bruja

La enfermedad se reportó por primera vez en la India en 1891, después de 1910 se citó en varias partes del mundo (Egipto, Estados Unidos, México, Brasil, etcétera).

En la India, los daños por esta enfermedad varían de 50 a 80% y, en casos severos, las pérdidas pueden ser totales.

En ese mismo país se reporta que de 190 huertos muestreados, 82% de árboles presentaban diferentes grados de la enfermedad; en Sudáfrica se presenta en 73% de las huertas, con rangos de severidad de 1 a 70%.

En México, la enfermedad se reportó por primera vez en Morelos y posteriormente en Sinaloa, Colima, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Michoacán y Guerrero (en estos dos últimos, es el principal problema fitopatológico).

En Michoacán, se presenta con 47% de incidencia en el valle de Apatzingán.

Se han reportado como agentes causales a varios hongos asociados con ácaros y hormigas.

Síntomas

Los hongos pueden presentarse tanto en las puntas de las ramas como en las inflorescencias.

En el primer caso provoca una reducción de los entrenudos, así como del área foliar, se detiene el crecimiento por pérdida de la dominancia apical y se deforma la parte afectada.

El síntoma en las inflorescencias puede ser de dos tipos, el primero es la reducción de la longitud del eje primario y de los secundarios de la panícula, se presentan flores como en grupos o racimos, las flores cambian de hermafroditas a masculinas, no producen frutos y si se llegan a formar no cuajan y caen; quedan las masas negras de flores

hasta la próxima temporada.

El segundo síntoma se observa en los brotes vegetativos y consiste en la deformación de los tejidos para crear cáncer.

Ciclo de la enfermedad

El ácaro *Eriophyes mangiferae* se asocia con la escoba de bruja, esto se sabe porque se han obtenido colonias del hongo al sembrar los ácaros en medio de un cultivo, lo mismo ocurre con las hormigas y, por su mayor movilidad, quizá sean los principales vectores de esta enfermedad.

En un estudio se menciona una mayor incidencia de la enfermedad en árboles de cinco a 10 años, que disminuye conforme avanza la edad de éstos.

Aparentemente, el hongo es capaz de desplazarse sistémicamente en forma basipétala, aunque de manera muy lenta.

En la India se ha determinado que la población máxima del hongo en los brotes de mango es durante febrero, cuando existe un rango de temperatura de 8 a 27°C y una humedad relativa (HR) de 85%.

Según observaciones de campo, posiblemente el viento también ayuda en la diseminación de las esporas.

Prevención y control

Los estudios realizados para controlar la enfermedad no han sido satisfactorios; por ello, se indican las siguientes recomendaciones generales.

a) Eliminación y quema de panículas afectadas (60 centímetros por debajo de la lesión) y sellado de las heridas con pintura vinílica.

b) Aplicación de insecticidas, como Clordano (de 200 a 300 centímetros cúbicos por 100 litros de agua) para eliminar vectores.

c) Aplicación de fungicidas a base de cobre o empleo de Benomyl, en dosis de 100 gramos por 100 litros de agua.

Pudrición texana

Esta enfermedad afecta una gran diversidad de frutales, pero el único reporte para mango es en México (en Morelos, Sinaloa, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nayarit y Veracruz).

Aunque aún no está diseminado en todas las zonas, se considera un problema potencial, pues se carece de una medida efectiva de control.

En la zona centro de Veracruz se detectó en 3.1% de un total de mil 500 hectáreas muestreadas.

El agente causal es un hongo.

Síntomas

Los principales síntomas de esta enfermedad son debilitamiento de la

planta de mango, como si le faltara humedad; el follaje adquiere una tonalidad verde ceniza y en poco tiempo se seca, con lo que quedan las hojas unidas a las ramas, aunque con el tiempo se caen; la raíz se pudre; la pudrición avanza hacia la base del tallo, sube por el tronco, pero sólo hasta la línea del suelo.

En las raíces es factible observar una especie de cordones sobre las partes afectadas, que corresponden a estructuras del hongo.

Al hongo, generalmente se le encuentra en plantaciones jóvenes.

Ciclo de la enfermedad

La composición química del suelo puede afectar el crecimiento y supervivencia del hongo, que generalmente se encuentra en suelos alcalinos y calcáreos, con pH de 6.2 en adelante. Crece mejor en suelos pobremente aireados.

La temperatura en el suelo para el desarrollo del hongo es de 15 a 28°C.

El hongo tiene la capacidad de producir esclerocios como forma de supervivencia; se encuentran a 75 ó 80 cm de profundidad y son vulnerables al ataque de la microflora saprofítica.

El hongo se disemina por crecimiento propio o en el suelo, con raíces infectadas o esclerocios; también es factible en plantas de vivero si el suelo utilizado no fue debidamente fumigado.

Prevención y control

Hasta el momento, se desconoce un método efectivo de control; sin embargo, las siguientes medidas pueden ser útiles en huertas donde ya se detectó la enfermedad.

a) Establecer barreras de sorgo o cualquier otra gramínea alrededor de áreas infectadas.

b) Mantener una alta fertilidad y un elevado nivel de materia orgánica.

c) Reducir el pH del suelo con el uso de acidificantes, como sulfato de amonio, azufre orgánico y estiércol; éstos se aplican en zanjas alrededor del árbol.

Para aplicarlos, se coloca una capa de estiércol después del azufre (1 kilogramo por m²) y otra de sulfato de amonio (500 gramos por m²), después colocar tierra (a manera de emparedado), hasta cubrir toda la zanja.

d) Formar zanjas (de 60 centímetros de ancho y un metro de profundidad) alrededor de las áreas infectadas y rellenarlas con el tratamiento anterior para prevenir la diseminación.

e) Aplicar, a la parte aérea del árbol, Benomyl (1 gramo por litro de agua), Tiabendazol más Benomyl (400 más 100 gramos en 100 litros agua, respectivamente), Thiofanato metil (80 gramos por 100 litros de agua); todos ellos con un adherente (1 cm³ por litro de agua). La canti-

dad de agua estará en función del tamaño del árbol a tratar.

f) Podar en verde para evitar mayor transpiración y para que la práctica anterior sea más efectiva.

Muerte descendente

La enfermedad se reporta en Indonesia, India, Puerto Rico, El Salvador y México.

Al parecer, es un patógeno poco agresivo, pero algunas condiciones edáficas o ambientales pueden predisponer a los árboles a su ataque.

En El Salvador, se informa de 10% de muerte de árboles en una sola plantación. En México, en Paso de Ovejas, Veracruz, se han observado huertas abandonadas por este problema y en otros municipios la incidencia puede ser desde 5 hasta 40%.

En Michoacán, ataca la variedad Diplomático.

También se le reporta en Nayarit y Sinaloa.

Síntomas

Se presentan síntomas graduales, que comienzan con un secamiento de las ramas terminales de los árboles; avanza de la punta hacia la base de la rama; las hojas secas caen y el secamiento puede presentarse sólo en un lado del árbol, pero con el tiempo, éste se pudre por completo.

Al raspar la corteza seca, se puede determinar el avance del hongo por la presencia de una coloración oscura, casi negra.

El secamiento avanza de las ramas hacia el tronco principal, momento en el que sucede la muerte del árbol; la pudrición no afecta las raíces.

En algunos casos se presenta exudado de goma en tronco o ramas.

Este hongo también puede ocasionar pudrición de frutos, al afectar el peciolo.

Ciclo de la enfermedad

La enfermedad se reporta en El Salvador, en áreas con temperatura media de 26°C, una altitud de 220 metros sobre el nivel del mar y con menos de mil milímetros de precipitación anual, suelo del tipo franco arcilloso, con una capa de tepetate y con un pH moderadamente ácido; la edad de los árboles infectados es de cuatro a ocho años.

La sequía y el tepetate debilitan al árbol de mango y facilitan la penetración del hongo; al presentarse el periodo de lluvias, los árboles se recuperan.

En Veracruz, la enfermedad se presenta bajo las mismas condiciones que en El Salvador, con el agravante de que en el periodo de lluvias los árboles no se recuperan, sino que el patógeno avanza más lento.

Las variedades que se reportan vulnerables a esta enfermedad son

Jackeline, Kent, Irwin, Haden, Cirueño y Manila.

Prevención y manejo

a) Efectuar una poda de sanidad, eliminar las ramas muertas y aplicar aspersiones de Benomyl (100 gramos por 100 litros de agua) o productos a base de cobre (368 gramos por 100 litros de agua).

b) Cuidar apropiadamente a los árboles mediante una buena fertilización y evitar heridas o cubrirlas con pasta bordelesa.

c) La inmersión de frutos en una solución de Bórax al 6%, a una temperatura de 43°C por tres minutos, reduce la presencia de pudrición del peciolo.

Cáncer del tronco

Sólo se ha detectado en Veracruz y Michoacán, pero no es un problema alarmante: Se presenta aisladamente en algunas de las huertas de la región.

El agente causal es un hongo.

Síntomas

Los síntomas comienzan con un amarillamiento del follaje, que se seca y cae paulatinamente.

Este síntoma empieza en la parte superior del árbol y continúa, con lo que se presenta el riesgo de que el árbol quede completamente desnudo.

En la corteza se observa una pudrición café de los tejidos (el borde puede ser rojizo), que avanza desde la raíz hasta un metro de altura del tallo.

Ciclo de la enfermedad

Los nutrientes del suelo influyen sobre la interacción patógeno-hospedante; aparentemente, el contenido de calcio previene la invasión del hongo en las raíces, mientras que la deficiencia en boro incrementa la susceptibilidad.

Los periodos húmedos y el pobre drenaje del suelo, así como temperaturas de 26 a 28°C contribuyen al comienzo de una epidemia.

También el cambio en el balance de los metabolitos, que ocurre en los exudados de las raíces en plantas bajo inundación, puede propiciar la incidencia del hongo, que puede dispersarse por agua.

Prevención y manejo

a) Cortar los árboles afectados al nivel del suelo y desinfectar el área con fumigantes de suelo, como Vapam, D D, Mylone Telone o Bromuro de metilo.

b) Procurar que el sitio de plantación tenga buen drenaje y efectuar riegos controlados por cajete y no por inundación o rodada.

c) Usar una fórmula adecuada de fertilización.

Roña

Se reporta en Estados Unidos (Florida), Puerto Rico, Cuba, Panamá, Brasil, México y (en años recientes) en el oeste de África.

Generalmente, el daño más fuerte lo ocasiona en follaje de plantas jóvenes hasta nivel de vivero; mientras que en adultos, en el fruto, con lo que afecta su calidad por el aspecto que presenta.

El agente causal es un hongo.

Síntomas

En hojas jóvenes, se forman manchas translúcidas esféricas o irregulares, que varían de color gris a café pálido, con el margen oscuro.

Cuando la lesión avanza, la hoja se arruga, se deforma y cae.

Lo mismo sucede en ramas tiernas y frutos; en éstos, las lesiones son más oscuras que en el caso de la antracnosis, al final se forma una costra corchosa sobre la superficie de ramas tiernas y frutos.

Cuando existe humedad abundante sobre las costras se observa un crecimiento micelial pardo cenizo.

Prevención y manejo

Se recomiendan aspersiones a base de cobre (de 75 a 175 gramos por 100 litros de agua); fungicidas orgánicos, como Maneb (de 120 a 200 gramos por 100 litros de agua) o sistémicos, como Benomyl (35 gramos por 100 litros de agua).

Fumagina

La enfermedad prevalece en todos los países productores de mango.

Se describen muchos géneros y especies de este grupo de patógenos, que no dañan directamente a las partes vegetativas (hojas, brotes y frutos) donde se encuentran, pues en la mayoría de los casos están superficialmente adheridos, pero indirectamente interfieren con la fotosíntesis y pueden ocluir los estomas; al manchar los frutos, éstos pierden calidad.

Síntomas

El hongo capnodium (causante de la enfermedad) se encuentra como una capa superficial con apariencia de tizne sobre el haz de las hojas, peciols y frutos, con una consistencia granular, que al frotarla se desprende fácilmente.

Meliola (también hongo causante de la enfermedad) se presenta como manchas negras circulares en ambos lados de la hoja; se pueden observar dos tipos de estructuras, unas granulares y otras con apariencia de cerdas.

Prevención y manejo

Como el hongo sólo crece sobre las excreciones que dejan los insectos en la superficie de hojas y frutos, al controlar a éstos se soluciona el problema.

Como éste prevalece en algunos lugares húmedos, la práctica de podas para facilitar la aeración y la disminución de insectos ayuda a controlar la enfermedad.

Los productos que controlan la antracnosis son efectivos para estos hongos.

En poscosecha, en frutos, la fumagina se puede eliminar con tratamientos de cloro al 1% durante cinco minutos o cloro al 2.5%, a una temperatura de 40 a 54°C, por dos minutos, para la variedad Manila.

Mancha foliar

Se reportó por primera vez en Ceilán (país de Asia) en 1932 y actualmente se distribuye en diferentes regiones del mundo donde se cultiva mango, se reporta en altitudes al nivel del mar de hasta los mil 300 metros.

La enfermedad es más común en hojas, pero puede causar pérdidas considerables bajo ciertas condiciones en almacenaje y tránsito de frutos. Se le conoce como mancha café del fruto.

Síntomas

En las hojas, se observan manchas pequeñas de forma irregular, de color café, rodeadas (al principio) por un halo amarillento, localizado sobre toda la superficie de la hoja; estas manchas, con el tiempo, adquieren un color blanco en el centro y pueden observarse numerosos puntos negros.

En los frutos, al madurar, se forman pequeñas lesiones de color café claro, que gradualmente aumentan en tamaño y cambian a un color café oscuro.

Ciclo de la enfermedad

El hongo crece y se multiplica a temperaturas de 10 a 35°C, con un ideal entre 25 y 30°C.

La penetración y diseminación del patógeno son muy rápidas y se favorecen por una elevada humedad relativa.

Las esporas son diseminadas por el viento. Algunos factores, como una deficiente nutrición, predisponen el ataque del hongo en el árbol.

Prevención y manejo

- a) Aplicar fungicidas a base de cobre o usar carbamatos.
- b) Un buen manejo de la plantación puede disminuir la incidencia de mancha foliar.

Nematodos

Su distribución es mundial, aunque se limita a regiones con temperatura caliente, suelos arenosos y húmedos.

Existe correlación positiva entre poblaciones altas de nematodos y síntomas de declinación de árboles de mango.

Síntomas

Al alimentarse los nematodos de las raíces y penetrarlas pueden producir síntomas de declinación, que consisten en amarillamiento de follaje, necrosis de hojas (principalmente en la punta), deficiencias de nutrientes, reducción del tamaño de la hoja, caída de hojas (en las puntas, principalmente), destrucción de raíces secundarias y producción irregular de raíces adventicias que puede darle al sistema de la raíz una apariencia corta y gruesa

Agente causal

En huertas de Florida (Estados Unidos) y en África, los principales géneros que causan daño a los árboles son *Hemicriconemoides mangiferae* y *Rotylenchulus reniformis*; *Helicotylenchus dihystra*, *Quinisulcius acutus*, *Pratylenchus brachyurus*, *Criconebella* sp., *Meloidogyne* sp., *Paratylenchus* sp. y *Hoplolaimus* sp.

En Guerrero, en huertas con Haden, se reporta a *H. mangiferae*, *R. reniformis*, *Rotylenchus* sp., *Hoplolaimus* sp., *Trichodorus* sp., *Pratylenchus* sp., *Criconebella* sp., *Xiphinema* sp., *Tylenchorhynchus* sp. y a *Helicotylenchus* sp.; los dos primeros son los más distribuidos.

Mientras que en las Antillas y Bahamas se reporta a *Helicotylenchus concavus*, *Trophurus* sp., *Helicotylenchus* sp. y a *Pratylenchus* sp.

Ciclo de la enfermedad

La edad del árbol parece estar correlacionada con el ataque de nematodos, pues en plantaciones de más de 10 años es más frecuente encontrar poblaciones altas que en huertas de menos de tres años.

En el caso de *H. mangiferae*, las poblaciones son reducidas en suelos con humedades de 10% o más bajas y de 30% o más altas.

Las poblaciones de nematodos son reducidas en temperaturas de suelo por debajo de 15°C o arriba de 35°C.

Prevención y manejo

La fumigación del suelo que se emplee para hacer los almácigos de planta de mango es una medida recomendable para evitar la presencia de estos patógenos.

La aplicación de nematicidas puede ser recomendable siempre y cuando las poblaciones de nematodos sean altas y causen daño al cultivo.

Condiciones para el amarre de frutos

La temperatura óptima para el desarrollo del mango es de 24 a 27°C, pero al ser un cultivo tropical o subtropical es sensible a bajas temperaturas, se desarrolla bien en zonas donde las temperaturas medias del mes más frío no sean menores de 15°C, lo que provocaría baja germinación de polen, reducción del tubo polínico y fenómenos de aborto de embrión.

Temperaturas entre 4 y 6°C detienen su crecimiento y se producen muchas flores masculinas; a 0°C se presentan daños en los brotes tiernos y a -6°C las plantas pueden morir.

Por otro lado, las plantas de mango pueden sufrir un estrés a temperaturas por encima de los 40°C. Su límite extremo de tolerancia al calor es de 50°C.

La precipitación y humedad también son importantes para el desarrollo del mango; en cuanto a la primera, puede adaptarse desde 250 milímetros (con riegos regulares durante el periodo de desarrollo del fruto) hasta 5 mil milímetros al año.

El periodo de sequía es importante para la inducción floral en las regiones tropicales, pero si sucede durante el cuajado y desarrollo del fruto, puede provocar caída o disminución de tamaño de éstos.

Por lo general, se considera que unos 700 milímetros de agua bien distribuidos anualmente, con una estación seca en prefloración, son adecuados para la producción de frutos de mango.

En cambio, lluvias durante la floración, cuajado y recolección reducen la polinización, fructificación y favorecen la presencia de plagas y enfermedades.



Figura 1. Síntomas de antracnosis en flores y frutos.



Figura 2. Síntomas de cenicilla en flores y frutos.



Figura 3. Presencia de escoba de bruja en mango.



Figura 4. Efecto de la pudrición texana en raíz y árbol.



Fig. 5. Muerte descendente en huertas de mango.



Figura 6. Roña en fruta de mango.



Figura 7. Presencia de fumagina en hojas y fruto.

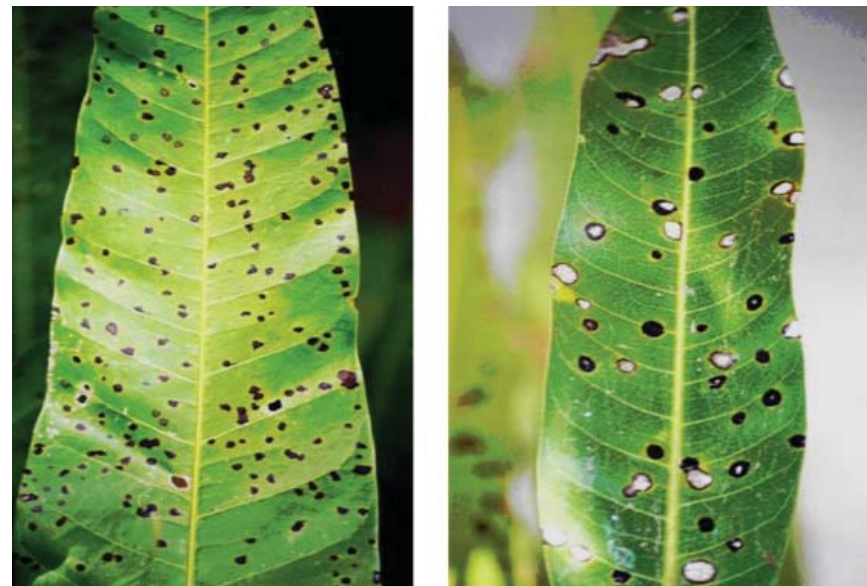


Figura 8. Presencia de mancha foliar en hojas de mango.

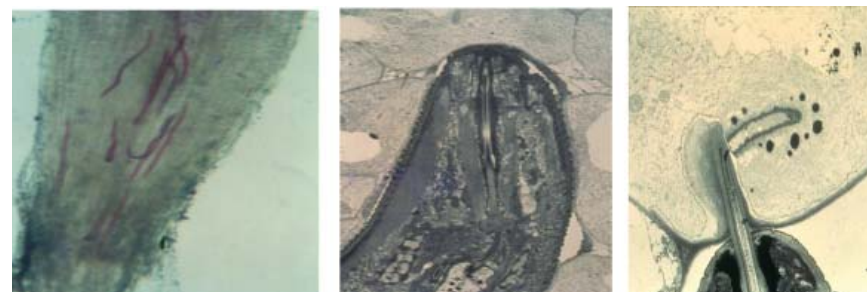


Figura 9. Presencia de nematodos en mango, a nivel microscópico.

LA PODA DEL MANGO EN EL TRÓPICO

Víctor Vázquez Valdivia¹
María Hilda Pérez Barraza¹

Introducción

México es actualmente el cuarto productor mundial de mango y el principal exportador.

Sin embargo, a pesar de que el mango es uno de los frutales más importantes, la tecnología de producción es deficiente en diversos aspectos.

Un factor al que no se le ha dado importancia es al tamaño del árbol, si se considera que la mayoría de las zonas del país con este cultivo están ubicadas en las zonas costeras, es decir que los huertos se desarrollan en condiciones tropicales, con altas precipitaciones y temperaturas elevadas que favorecen el desarrollo vegetativo, lo que provoca que se tengan árboles de gran porte.

La edad de los huertos, las distancias de plantación, las condiciones ambientales y la falta de poda han ocasionado la presencia de huertos cerrados o emboscados (Figura 1) por la altura que alcanzan los árboles, lo que resulta en un manejo difícil y costoso, mayor incidencia de plagas y enfermedades y que la fruta se obtenga sólo en la parte superior del árbol, situación que dificulta la cosecha y la producción se reduce hasta en 80% y los frutos recolectados son de mala calidad.

Trabajos de poda han sido realizados en varios países productores de mango, como en Sudáfrica, Venezuela, India e incluso en México.

En Colima se han realizado investigaciones de poda mecanizada.

Sin embargo, la tecnología generada en otros países o en otras zonas productoras de México no puede ser extrapolada para aplicarse en otros lugares debido a que las condiciones climáticas son diferentes,

¹ Investigadores del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.



Figura 1. (a) Huerto con copas cerradas que provocan sombreo excesivo en las partes bajas y (b) Árbol de mango de gran tamaño.



Figura 2. Poda severa en árboles con copa cerrada, donde se deja sólo el esqueleto del árbol. La producción se obtiene al segundo año de la poda.



Figura 3. Árbol de mango con abundante crecimiento vegetativo, un año después de haber sido descopado.



Figura 4. Poda ligera en árboles productivos. La producción no es afectada, sólo ligeramente retrasada.



Figura 6. Árbol de mango podado con tipo palmeta.



Figura 5. Árboles de mango podados en tipo pino.



Figura 7. Filas de árboles podados en tipo seto o muralla.

por lo que el vigor que alcanzan los árboles también difiere; debido a esto, la tecnología de poda debe ser generada en cada región productora.

Por otro lado, en las diversas zonas productoras de mango del país se explotan diferentes variedades de mango, algunas de las que por sus hábitos de crecimiento tienden a ramificar bien y en forma natural forman una copa equilibrada, pero otros requieren de la poda desde el principio, debido a que por su escasa ramificación tienden a producir copas muy poco pobladas, es decir con escasez de ramas y con pocos puntos de fructificación. Éste es el caso de las variedades Keitt y Ataulfo.

Ataulfo está cobrando importancia en el país y su superficie en explotación está creciendo año con año.

La falta de tecnología de poda del mango bajo condiciones tropicales fue motivo para realizar diversos trabajos de investigación, con la finalidad de generar tecnología de poda para mango, que permita incrementar la productividad y rentabilidad del cultivo.

Antecedentes

Por muchos años se difundió la creencia de que los frutales tropicales como el mango no requerían de poda, pero en 1967 se indicó que este frutal bajo condiciones normales tiende a formar una copa bien balanceada, por lo que se recomendó que en los primeros años sólo se debía realizar una ligera poda de formación.

En 1992, otra investigación señaló que la poda que se realizaba en mango era rutinaria (de mantenimiento), que se limitaba a eliminar ramas enfermas o atacadas por plagas o aquellas que estaban quebradas o que entorpecían el paso de la maquinaria o dificultaban las labores culturales.

En la actualidad, es conocido que la poda es indispensable en frutales tropicales como el mango, pues en árboles adultos, cuando las copas se juntan, el rendimiento tiende a disminuir.

Además, existen múltiples evidencias en donde se han reportado resultados benéficos con la poda, particularmente en incrementos en el rendimiento.

Concepto, fundamentos y propósitos de la poda

Es una práctica de manejo en árboles frutales que consiste en eliminar ciertas partes del árbol (ramas y/o brotes) con un determinado fin.

Según algunos autores, la poda es definida como un conjunto de operaciones (cortes y despuntes) que se realiza en los árboles para modificarlos, con lo que se regula el desarrollo en función de la producción y se consigue un equilibrio fisiológico hacia el crecimiento vegetativo.

La poda constituye por sí misma la labor más importante que debe realizarse en los frutales, pues de ella depende el éxito que se desea

alcanzar.

Ésta es desconocida para la mayoría de los productores, debido a que no es una labor normal de la agricultura, sino un factor independiente y nuevo que debe ser aprendido y aplicado.

La poda se realiza fundamentalmente para formar la copa de los árboles en las primeras etapas de desarrollo y posteriormente para controlar el tamaño de los árboles a una altura que permita manejar eficazmente la plantación, rejuvenecer los árboles y recuperar la productividad y calidad perdida, mantener la productividad año tras año y para favorecer la captación de luz y tener una ventilación adecuada del huerto que minimice los riesgos de plagas y enfermedades, entre otros.

Cuando los árboles han sido podados desde su plantación y se continúa cada año, el productor logra rendimientos más elevados, mejor calidad de fruto, la cosecha se realiza más fácilmente (al mantener árboles de porte bajo), mayor sanidad, árboles con más vida productiva y mayores ingresos económicos.

En general, la poda adecuada de los árboles tiene los siguientes propósitos.

1. Formación correcta del árbol para que adquiera una estructura fuerte y resistente; las ramas quedan bien distribuidas a lo largo del tronco para que no se quiebren, para que reciban mucha luz y para que sean muy productivas.

2. Mantiene una buena productividad de los árboles durante muchos años, que evita la cosecha alternada, es decir, años de baja recolección y otros con exceso de fruta.

3. Evita que los árboles se avejenten pronto, lo que daría lugar a bajas producciones y frutos de mala calidad.

4. Rejuvenecer y recuperar la productividad de huertos improductivos y descuidados.

Por otro lado, se ha demostrado que a medida que se incrementa el índice de área foliar (IAF) se incrementa la interceptación de luz y la fotosíntesis neta, hasta alcanzar un valor crítico del IAF, más allá del que no hay incremento en la fotosíntesis del cultivo.

Por esto, con el desarrollo excesivo de IAF se ocasiona un sombreado de las partes bajas de los árboles, por lo que la productividad puede reducirse a cero.

Una alternativa para restablecer el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo es la poda.

En árboles de naranjo se ha observado que pasados los primeros 10 años de vida el aumento del área foliar se incrementa en relación a la eficiencia productiva (EP) del árbol y que esta disminución de EP es de aproximadamente 20 kg de fruta por cada m³ del incremento en volumen de la copa.

En general, la poda en árboles frutales debe ser considerada como una labor fundamental en el manejo de los huertos y debe enfocarse

a mantener los árboles de un tamaño en el que la altura y diámetro de la copa permitan realizar eficazmente las labores sanitarias y de cosecha.

Es decir, la poda debe evitar que las copas de los árboles se junten; además, debe considerarse que con esta técnica el árbol renueva continuamente su follaje, de manera que evita el envejecimiento, lo que le permite ser productivo y dar frutos de calidad

Cuándo y cuánto podar

Dos aspectos importantes a considerar antes de podar son la época y la intensidad en que debe realizarse.

Muchos investigadores reconocen que la mejor época para podar es inmediatamente después de la cosecha.

Lo anterior debido a que mientras más temprana se realice, el árbol dispone de más tiempo para recuperar su copa y madurar los brotes; así, cuando se presenten condiciones inductivas, los brotes tendrán edad fisiológica adecuada para florecer.

No obstante, en Nayarit se ha observado que cuando la poda se efectúa inmediatamente después de la cosecha (julio), ocurren dos flujos vegetativos antes de que se presente la floración, lo que no es recomendable porque incrementa el tamaño del árbol considerablemente, aunque éste no es un inconveniente para que produzcan fruto satisfactoriamente.

Cuando la poda se realiza en septiembre sólo se presenta un flujo vegetativo, lo que permite tener brotes de madurez fisiológica adecuada para florecer en invierno.

Por el contrario, cuando la poda es tardía (noviembre), el flujo vegetativo puede presentarse en una intensidad muy baja o no presentarse, en este caso la floración se retrasa, disminuye considerablemente o se inhibe por completo.

En mango Sensation se evaluó la poda de los árboles después de la cosecha; se encontró que esta práctica propició que los árboles presentaran un gran número de crecimientos vegetativos y una floración más uniforme, aunque ligeramente retrasada. La producción de fruta por árbol no fue afectada negativamente por la poda.

El éxito de esta práctica se atribuye a la obtención de nuevos crecimientos vegetativos y a la capacidad de éstos para producir inflorescencias.

El otro aspecto importante a considerar en árboles en producción es qué tanto se debe podar para tener el tamaño adecuado de los árboles y mantener su productividad; la intensidad de poda es, por lo tanto, determinante en la respuesta de rendimiento de los huertos.

En 1985 se eliminó del 15 al 20% de crecimiento vegetativo en mango por medio de la poda, lo que favoreció la relación entre la raíz y la parte aérea del árbol, así se ocasionó un balance óptimo de citocininas-gibe-

relinas para promover la floración cada año.

En 1998 se evaluaron tres intensidades de poda (20, 30 y 40 cm) en mango Haden, los resultados indicaron que ésta no afectó la floración ni fructificación.

Existe una relación directa entre el desarrollo de la copa de los árboles y el sistema radical, este equilibrio afecta el vigor y la longevidad de las plantas.

Poda severa. Una poda excesiva o severa (Figura 2) (cortes de ramas gruesas de más de 2 pulgadas de diámetro) da lugar a un abundante crecimiento vegetativo, aunque también disminuye drásticamente el rendimiento, porque las funciones reproductivas y vegetativas son antagónicas.

La fructificación es una consecuencia de la acumulación de carbohidratos y ésta es mayor en las ramas nuevas y delgadas que en las viejas y gruesas.

La poda severa normalmente se aplica en árboles con copas cerradas o en huertos con árboles viejos e improductivos en donde la copa es eliminada por completo.

En árboles con más de 10 metros de altura y con copas cruzadas, la falda de la copa normalmente empieza a los 5 ó 6 metros de altura, por lo que la poda de ramas no es conveniente, debido a que la formación de la copa es muy alta; en este tipo de árboles es necesario recurrir al descope e iniciar con la formación de una nueva copa (Figura 3).

En este caso, la producción de los árboles por dos años es nula; al tercer año después de la poda el árbol empieza a producir frutos. Es a partir del cuarto año cuando se tiene una producción aceptable.

En árboles con poda severa pero no descopados la producción es reducida por dos años, una manera de reducir el efecto de la poda en la producción de fruto es con la aplicación de paclobutrazol (retardante de crecimiento).

Con este producto (en dosis de 10 gramos por árbol) aplicado al suelo, en mango Alphonso se ha logrado producir desde 78.74 a 114.57 kilogramos de fruto por árbol al primer y segundo año después de la poda, mientras que en árboles podados y sin aplicación de paclobutrazol se obtienen 1.22 y 15 kg de fruto por árbol, respectivamente.

Poda ligera o moderada. Una poda ligera o moderada (cortes de 0.50 a 0.75 metros de longitud en ramas, con un grosor entre 2 y 3 cm de diámetro) da lugar a una brotación adecuada, es decir, después de la poda se producirán de tres a seis nuevos crecimientos vegetativos por rama podada, que madurarán el mismo año en que se poda y producirán el siguiente año (Figura 4).

Esta poda no disminuye la producción pero sí puede retrasarla, el tiempo de retraso dependerá de la época en que se realice, es por esto que lo más recomendable es realizarla de julio a septiembre, para tener el menor efecto sobre la época de cosecha.

La poda ligera o moderada se aplica en árboles en producción para evitar el cruzamiento de ramas (emboscamiento) y el envejecimiento de los árboles, así como para mantener la productividad año con año y tener árboles de tamaño adecuado que faciliten su manejo.

Arquitectura o forma del árbol

Respecto a la arquitectura o forma que se le dé al árbol mediante la poda, es importante resaltar dos enfoques: Manejo de árboles individuales y Manejo de filas de árboles.

En ambos casos la finalidad es la mayor captación de luz para que sea transformada en frutos.

Diversos tipos de poda pueden ser utilizados. Dos formas que han sido usadas con frecuencia en árboles frutales son la piramidal o en forma de pino y la de palmeta o cubo.

Poda tipo pino. En este tipo de poda, la porción superior de los árboles debe ser más angosta que la base (Figura 5).

Si la parte alta de un árbol es más ancha, los árboles adyacentes serán sombreados en la parte baja (el grado de sombreado dependerá de la altura del árbol y la distancia de plantación) y es precisamente en esas partes sombreadas en las que se pierde producción, se incrementan los problemas fitosanitarios e incluso puede ocurrir la muerte de las ramas.

La finalidad de esta poda es lograr que la luz sea interceptada mediante una máxima exposición al Sol de la mayor cantidad de follaje posible. Un árbol necesita captar entre 30 y 50% de luz solar, disponible para su funcionamiento normal.

Algunos autores manifiestan que la poda piramidal o en forma de pino es más eficaz, esto porque tiene mayor área foliar expuesta a la luz solar, por lo que será más fácil transformar esa energía en flores y frutos.

También se ha indicado que en árboles con forma piramidal el sombreado su contiguo es menor que cuando se tienen otras formas de copa.

Poda tipo palmeta. En esta poda se corta la copa en forma perpendicular a los lados y paralela en la parte superior con respecto al suelo, lo que da una forma de cubo (Figura 6).

En este tipo de arquitecturas es de gran importancia considerar la altura del árbol y la distancia de plantación, porque debido a la forma que éstos tienen, el sombreado en las partes bajas de los árboles contiguos o adyacentes es frecuente.

Es por esto que la altura máxima recomendable del árbol debe ser de 70 u 80% de la distancia de plantación.

Un aspecto importante a favor de esta poda es que el volumen de la copa es mayor que cuando el árbol tiene una forma piramidal o de pino.

Poda en muralla o seto. Este tipo de poda consiste en formar filas completas de árboles con copas unidas entre sí, para tener bloques compactos de follaje (Figura 7).

Las filas deben orientarse de norte a sur para tener una mejor captación de luz, de tal manera que durante la mañana la captación de ésta sea mayor por el lado oriente y por la tarde por el poniente.

Con esta poda los árboles tienden a ser improductivos por los lados norte y sur, por tener sus copas unidas y sombreadas; pero por el contrario, la parte superior y los lados oriente y poniente forman una muralla que florece y produce adecuadamente.

La poda en setos puede adecuarse a la forma en pino o piramidal o a palmeta o en cubo.

Nuevamente se enfatiza que se debe tener especial cuidado con la altura de los árboles para evitar que las partes bajas sean sombreadas y que no florezcan ni produzcan frutos.

Tecnologías de poda generadas en Nayarit

En Nayarit se realizaron diversos trabajos de poda para diferentes tipos de huertos, que permitieron generar tecnología de poda para huertos nuevos, en producción, sombreados, viejos e improductivos y para huertos en altas densidades de plantación.

En el presente escrito se plasman exclusivamente los trabajos para huertos en producción, referentes a tipos e intensidades de poda.

Tipos de poda evaluados en Nayarit

1. Poda individual tipo pino.
2. Poda individual tipo palmeta.
3. Poda en fila o en seto tipo pino (un lado).
4. Poda en fila o en seto tipo pino (dos lados).
5. Poda en fila o en seto tipo palmeta (un lado).
6. Poda en fila o en seto tipo palmeta (dos lados).
7. Testigo sin podar.

El trabajo se realizó en un huerto con árboles de 12 años de edad de la variedad Ataulfo, establecidos a una distancia de plantación de 8 por 8 metros en marco real.

Los árboles estaban en plena etapa productiva y sus copas empezaban a tocarse, es decir que ya iniciaba el problema de emboscamiento, por lo que la última cosecha había sido menor en comparación con las anteriores.

El vigor de los árboles en cuanto a altura y diámetro de las copas fue muy similar, por lo que se consideró que este huerto tenía las características ideales para realizar el trabajo.

La poda se realizó en septiembre, con motosierras telescópicas, marca STHIL, con alcance aproximado de 5 metros y tijerones de poda, marca Corona, con alcance de 80 cm.

Todos los árboles fueron cortados a una altura de 6 metros y la poda de la copa fue a 3 metros de distancia a partir del tronco.

Es conveniente señalar que esta poda puede considerarse como moderada en intensidad, pues las ramas más gruesas podadas tuvieron un grosor máximo de 3 cm.

Después del primer ciclo de producción se obtuvieron los siguientes resultados.

Posteriormente a la aplicación de los tratamientos de poda hubo un flujo vegetativo que varió en intensidad (de 19 a 66%), que fue más intenso en árboles con poda tipo piramidal o pino.

La brotación vegetativa en los árboles testigo fue de 40% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del tipo de poda sobre la intensidad de brotación vegetativa y floración de árboles adultos de mango Ataulfo.

Tipo de poda	Porcentaje de brotación vegetativa	Porcentaje de floración
Individual tipo pino	66a1*	58 a
Individual tipo palmeta	31.40 b	68 a
Fila tipo pino (1 lado)	47ab	39.4 a
Fila tipo pino (2 lados)	39 ab	44 a
Fila palmeta (1 lado)	19 b	60 a
Fila palmeta (2 lados)	22 b	47 a
Testigo (sin podar)	40 ab	37 a
C.V.(en porcentaje)	30.29	36.39

*Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey 5%.

La intensidad de floración no fue afectada por los tipos de poda, aunque los árboles testigo tuvieron los valores más bajos, este comportamiento del testigo se atribuye al efecto del sombreado, pues las partes con deficiencia de luz solar no florecen.

Después de la cosecha del primer ciclo, los árboles testigo superaron ampliamente en altura y diámetro de copa a los árboles podados (Cuadro 2), esto es importante porque con la poda disminuye el tamaño del árbol en altura y en diámetro de copa, lo que puede aminorar el sombreado y, a la postre, mejorar el rendimiento.

En el caso de los árboles sin poda, el cruzamiento de las ramas provocó el emboscamiento entre los árboles, pues se tienen distancias de plantación de 8 por 8 metros y diámetros de copa de 9.42 metros.

En el aspecto productivo, a pesar de que no hubo diferencias entre los tratamientos, los árboles testigo tuvieron el rendimiento más bajo (10.86 kg); mientras que los árboles podados presentaron más frutos, su producción osciló entre 28.91 y 75.45 kg, es decir, superaron ampliamente a los testigos (Cuadro 3).

El hecho de que no se detectaran diferencias estadísticas entre los tratamientos se debe a que se encontraron fuertes variaciones entre

Cuadro 2. Efecto del tipo de poda sobre la altura y diámetro de copa de árboles adultos de mango Ataulfo después de la primera cosecha.

Tipo de poda	Altura del árbol (en metros)	Diámetro de copa (en metros)
Individual tipo pino	6.48 bc*	6.90 d
Individual tipo palmeta	6.30 c	7.09 cd
Fila tipo pino (1 lado)	6.48 bc	8.47 b
Fila tipo pino (2 lados)	6.84 b	7.72 bcd
Fila palmeta (1 lado)	6.94 b	8.63 ab
Fila palmeta (2 lados)	6.86 b	7.93 bc
Testigo (sin podar)	7.80 a	9.42 a
C.V. (en porcentaje)	3.85	5.83

* Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey 5%.

las parcelas experimentales e incluso el coeficiente de variación fue de 78.77%.

Respecto al peso promedio del fruto se encontró que los producidos por los testigos fueron de mayor tamaño, pesaron 321 gramos; en los árboles podados el peso varió de 252 a 286 gramos.

El hecho de que los frutos de los árboles sin podar hayan tenido mayor peso se debe a que produjeron muy pocos frutos y menor competencia por reservas entre ellos (Cuadro 3).

No se detectaron diferencias notorias por efecto del tipo de poda, aunque en árboles con poda individual la tipo palmeta presentó un rendimiento más alto que los árboles podados en forma piramidal.

El rendimiento en el segundo año volvió a ratificar lo detectado en el primer año, en donde los árboles podados (independientemente del tipo de poda) tuvieron un mayor rendimiento que los árboles testigo (sin podar).

Cuadro 3. Efecto del tipo de poda sobre el rendimiento y peso del fruto de árboles adultos de mango Ataulfo en la primera cosecha.

Tipo de poda	Rendimiento (en kg por árbol)	Peso promedio del fruto (en gramos)
Individual tipo pino	48.85 a	271 b
Individual tipo palmeta	75.45 a	257 b
Fila tipo pino (1 lado)	31.32 a	286 ab
Fila tipo pino (2 lados)	40.70 a	262 b
Fila palmeta (1 lado)	63.32 a	252 b
Fila palmeta (2 lados)	28.91 a	261 b
Testigo (sin podar)	10.86 a	321 a
C.V. (en porcentaje)	78.77	8.21

1 Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey 5%.

En el segundo ciclo productivo se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados; el testigo produjo 25.19 kg de fruta por árbol, mientras que en los árboles podados el rendimiento varió de 33.78 a 68.72 kg, estos valores correspondieron a poda en fila tipo pino (se cortó un lado anualmente) y a poda en fila (donde se cortaron los dos lados), respectivamente.

Es decir, que hubo tratamientos que superaron el rendimiento de los árboles testigo en más del 100%.

El peso promedio del fruto tuvo un comportamiento similar al encontrado en el primer año de evaluación.

El testigo produjo los frutos con mayor peso (311 gramos) mientras que en los árboles podados osciló entre 232 y 282 gramos.

Si se observa el rendimiento de los árboles en ambos años (Cuadros 3 y 4) se puede detectar que no se presentó el fenómeno de la alternancia, esto porque las diferencias en rendimiento no son muy marcadas entre un año y otro.

El Cuadro 5 muestra el rendimiento acumulado y el promedio de los dos años, en donde claramente se ratifica el mayor rendimiento de los árboles podados en comparación con los árboles sin podar.

También se observa que los árboles podados en forma de palmeta

Cuadro 4. Efecto del tipo de poda sobre el rendimiento y peso del fruto de árboles adultos de mango Ataulfo en la segunda cosecha.

Tipo de poda	Rendimiento (en kg por árbol)	Peso promedio del fruto (en gramos)
Individual tipo pino	62.17 ab*	250 ab
Individual tipo palmeta	59.56 ab	232 b
Fila tipo pino (1 lado)	33.78 bc	270 ab
Fila tipo pino (2 lados)	62.13 ab	282 ab
Fila palmeta (1 lado)	60.02 ab	276 ab
Fila palmeta (2 lados)	68.72 a	245 b
Testigo (sin podar)	25.19 c	311 a
C. V. (en porcentaje)	78.77	8.21

* Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey 5%.

o cubo en árboles individuales poseen los valores más altos en rendimiento acumulado, como en rendimiento promedio anual de dos ciclos.

En resumen, se puede señalar que aunque no existen tendencias marcadas sobre cuál es el tipo de poda más adecuado, es posible indicar que independientemente del tipo de poda que se emplee, con esta labor es factible controlar el tamaño de los árboles para evitar el sombreo y el emboscamiento.

También, que la poda permite tener crecimiento vegetativo adecuado para obtener buena cantidad de brotes, aptos para florecer y dar lugar

Cuadro 5. Efecto del tipo de poda sobre el rendimiento acumulado y promedio de dos ciclos.

Tipo de poda	Cosecha acumulada (en kg por árbol)	Promedio (en kg por árbol)
Individual tipo pino	111.02 ab*	55.51 ab
Individual tipo palmeta	135.01 a	67.50 a
Fila tipo pino (1 lado)	65.10 bc	32.55 bc
Fila tipo pino (2 lados)	102.83 ab	51.54 ab
Fila palmeta (1 lado)	122.34 a	61.17 a
Fila palmeta (2 lados)	97.63 ab	48.81ab
Testigo (sin podar)	36.05 c	18.02 c
C.V. (en porcentaje)	46.39	46.38

* Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey 5%.

a una cosecha aceptable, en comparación con los testigos sin podar.

Con base a los resultados obtenidos, la poda más conveniente es la tipo palmeta en árboles individuales.

Intensidad de poda

En Nayarit, se evaluaron tres intensidades o longitudes de poda con la finalidad de conocer cuál es la más adecuada para mantener el tamaño de los árboles y conservar los huertos productivos a través del tiempo.

En este trabajo se utilizó un huerto de mango Ataulfo de 14 años de edad, establecido a una distancia de plantación de 10 por 10 metros; se seleccionaron árboles con vigor uniforme.

Es conveniente señalar que en este huerto las copas de los árboles (al iniciar este trabajo) estaban aún separadas, es decir que no había problemas de cruzamiento de ramas ni sombreo. La poda se realizó en septiembre.

Intensidades de poda evaluadas

1. Podar 50 cm de longitud de los brotes terminales o ramas.
2. Podar 75 cm de longitud de los brotes terminales o ramas.
3. Podar 100 cm de longitud de los brotes terminales o ramas.
4. Testigo sin podar.

Los resultados obtenidos después de la primera cosecha mostraron que la brotación vegetativa fue más intensa en árboles con mayor intensidad de poda (Cuadro 6), también tuvieron brotes de mayor longitud, resultados que son lógicos porque a mayor intensidad de poda se espera tener más brotes y de mayor vigor.

En todos los árboles podados los brotes vegetativos fueron más largos y variaron de 29 a 31 cm; sólo en los árboles testigo los brotes tuvieron una longitud de 18 cm; es decir, que los brotes de los árboles

podados superaron con más de 10 cm los brotes de los árboles sin podar.

El ciclo 2005-2006 fue un año atípico en el huerto debido a que la floración fue muy escasa, lo que tuvo un efecto marcado en la producción de fruto en todos los tratamientos, incluso en el testigo; esto posiblemente sea por la alternancia productiva, fenómeno común en mango.

Aunque en el aspecto productivo no se detectaron diferencias entre los tratamientos; el testigo tendió a producir ligeramente más que los árboles con intensidad de poda ligera (50 cm) y moderada (75 cm).

El rendimiento más bajo se obtuvo en árboles con poda severa (con 22.95 kg por árbol), mientras que en árboles con intensidad de poda ligera y moderada fue de 56 y 57 kg, respectivamente; el testigo produjo 68 kg por árbol (Cuadro 7).

La tendencia a que los testigos tengan mayores rendimientos que los árboles podados es porque son árboles de mayor tamaño y porque aún tienen sus copas separadas, lo que se invertirá cuando los árboles se junten y crucen sus copas.

Por el contrario, en árboles podados con ligera y moderada intensi-

Cuadro 6. Efecto de la intensidad de poda sobre la brotación vegetativa y floración en árboles adultos de mango Ataulfo.

Intensidad de poda (en cm)	Brotación vegetativa (en porcentaje)	Longitud de brotes (en cm)	Porcentaje de floración
50	37.17 ab*	29 a	40.83 a
75	25 b	27.96 a	49.17 a
100	74.17 a	31.25 a	16.50 a
Testigo (sin podar)	57.67 ab	18.21 b	40.83 a
C.V. (en porcentaje)	52.65	11.89	57.47

* Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey 5%.

dad se mantendrá el tamaño de los árboles (con una altura manejable) y siempre tendrán sus copas separadas y se conservarán productivos a través del tiempo.

La intensidad de floración de árboles con poda más severa (16.50%) fue la más baja, esto tuvo como consecuencia una menor producción de frutos y menor rendimiento (Cuadro 7).

Lo anterior indica en que tiende a haber una relación directa de la intensidad de poda y la brotación vegetativa y longitud de brotes pero, por el contrario, existe la tendencia de una relación inversa con la floración y la producción de fruto.

Esta respuesta indica que la intensidad de poda tiene un papel muy importante, debido a que si es fuerte se favorece el crecimiento vegetativo pero se reduce el aspecto reproductivo.

El peso promedio del fruto fue muy similar en los árboles de los diferentes tratamientos, varió de 288 a 300 gramos; es decir, el peso del fruto no fue afectado por la poda.

En la segunda cosecha tampoco se detectaron efectos de la intensidad de poda en el rendimiento ni en el peso promedio del fruto (Cuadro 8), lo que indica que se puede mantener el tamaño del árbol mediante la poda sin afectar el rendimiento ni la calidad o el tamaño de los frutos. El rendimiento acumulado de las dos cosechas y el promedio anual (Cuadro 9) revelan que los valores más altos corresponden a los árboles testigo (por tener copas más grandes, lo que hace posible que florezcan y produzcan frutos alrededor de toda la copa del árbol).

Pero su productividad se vendrá abajo irremediablemente cuando las copas de los árboles se junten, porque se presentará un sombreado y los árboles concentrarán su floración y producción de frutos en las partes altas de la copa en donde recibirán luz solar; por el contrario, en las

Cuadro 7. Efecto de la intensidad de poda sobre el rendimiento y peso del fruto de mango Ataulfo en la primera cosecha.

Intensidad de poda (en cm)	Rendimiento (en kg por árbol)	Peso promedio del fruto (en gramos)
50	55.74 a*	300 a
75	57.56 a	301 a
100	22.95 a	288 a
Testigo (sin podar)	68.22 a	298 a
C.V. (en porcentaje)	68.89	10.48

*Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey 5%.

partes bajas (en donde la luz es insuficiente), la floración y producción será mínima o nula.

Al juntarse las copas de los árboles se presentará un envejecimiento prematuro de éstos, lo que ocurrirá en unos dos o tres años más si los árboles no se podan.

Por el contrario, en los árboles podados, el rendimiento es aceptable y si ésta se practica continuamente estarán rejuveneciéndose frecuen-

Cuadro 8. Efecto de la intensidad de poda sobre el rendimiento y peso del fruto de mango Ataulfo en la segunda cosecha.

Intensidad de poda (en cm)	Rendimiento (en kg árbol)	Peso promedio del fruto (en gramos)
50	120.46 a*	373 a
75	116.19 a	349 a
100	172.09 a	381 a
Testigo (sin podar)	142.07 a	368 a
C.V. (en porcentaje)	27.36	10.08

* Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey 5%.

temente y nunca llegarán a sombrearse, por lo que permanecerán productivos a través del tiempo.

De acuerdo a estos resultados, se puede resumir que con poda severa de ramas se obtiene mayor porcentaje de brotación vegetativa pero menor floración.

Sin embargo, el rendimiento y el peso promedio del fruto no fue afectado por la intensidad de poda.

Una poda ligera o moderada con 50 ó 75 cm de longitud es adecuada para mantener el tamaño del árbol y obtener rendimientos satisfactorios a través del tiempo.

La poda de 100 cm es adecuada también para controlar el tamaño del árbol, sin embargo presenta el inconveniente de que en el primer año la producción de fruta se reduce fuertemente, en comparación con las otras intensidades de poda, pero para la segunda cosecha la producción es más abundante.

No obstante, la alternancia productiva es más marcada con intensidad de poda de 100 cm (Cuadros 7 y 8).

Cuadro 9. Efecto de la intensidad de poda sobre el rendimiento acumulado y promedio de dos ciclos en mango Ataulfo.

Intensidad de poda (en cm)	Cosecha acumulada (en kg por árbol)	Promedio (en kg por árbol)
50	176.20 a*	88.10 a
75	173.75 a	86.87 a
100	195.04 a	97.52 a
Testigo (sin podar)	210.29 a	105.14 a
C.V. (en porcentaje)	29.66	28.77

* Medias con la misma letra son iguales estadísticamente, Tukey 5%.

Bibliografía

- Avilán, L.; F. Leal y D. Bautista 1992. *Manual de Fruticultura*. Editorial América. Caracas, Venezuela.
- Avilán, L.; M. Rodríguez y J. Ruiz 2000. *El mango se poda: ¿por qué, cuándo y cómo?* Divulga No. 65. FONAIAP.
- Avilán, L.; M. Azkue; M. Rodríguez; J. Ruiz y H. Escalante 2003. "Efecto de la poda y el empleo de un regulador del crecimiento sobre el inicio de la floración del mango", *Rev. Fac. Agron*, pp. 1-10.
- Burondkar, M. M.; R. T. Gunjate; M. B. Magdum y M. A. Govekar 2000. "Rejuvenation of old and overcrowded alphonso mango orchard with pruning and use of paclobutrazol", *Acta horticulturae*, pp. 681-686.
- Calderón, A. E. 1989. *La Poda de los Árboles Frutales*. 3ª. Edición, Ed. LIMUSA S. A. de C. V. México.
- Calderón, A. E. y S. J. G. Lorenzana 1983. *Manual de poda de árboles frutales de hoja caduca*. Colegio de Postgraduados. CEICADAR.

Chacko, E. K. 1986. "Physiology of vegetative and reproductive growth in mango (*Mangifera indica* L.) trees", en *Proc. First Australian mango. Wksqp. Queensland. CSFRO. Melbourne, Australia*.

Chadha, K. L. y R. N. Pal 1985. "*Mangifera indica*", en Halevy (ed.), *Hand book of flowering*. CRC, pág. 18.

FAOSTAT. 2005. *FAO Statistical database*, Consulta: 14 de julio de 2005, <<http://faostat.fao.org/>>

Gil, P. M., Sargent, E. y Leal, F. 1998. "Efectos de la poda sobre variables reproductivas y de calidad en mango", *Biagro*, pp. 18-23.

Kohne, J. S. 1998. *Distancias de plantación y control del tamaño de paltos en Sudáfrica* <http://www.avocadosource.com/journals/vinadelmar1998/kohnejs1998b_es>

Medina, U. V. M. y E. R. Núñez 1996. "Mechanical pruning to control tree size, flowering and yield of mature 'Tommy Atkins' mango trees", *Acta Horticulturae*, pp. 305-310.

Morin, C. 1967. *Cultivo de frutales tropicales*. Librerías A. B. C., Lima.

Mullins, P. D. F. 1986. "Pruning mango trees", *Farming in south Africa*. Dept. of agriculture and water supply, Article G.3/1986.

Oosthuyse, S. A. 1993. "Mango tree spacing trends and options for yield improvement with special reference to South Africa", *Afr. Soc. Hort. Sci.*, pp. 92-96.

Oosthuyse, S. A. 1994. "Pruning of Sensation mango trees to maintain their size and effect uniform and later flowering", *South African Mango Growers' Association*, pp. 1-6.

Ram, S. 1993. "Factors effecting mango tree architecture", *Acta Horticulturae*, pp. 177-191.

Rao, V. N. M. y J. B. M. Khader 1980. "Effect of pruning and thinning of young shoot cluster of mango", *Science and culture*, pp. 71-72.

Rao, V. N. M. y K. G. Shanmugavelu 1976. "Studies on the effect of pruning on mango", *Progressive Horticulture*, pp. 21-28.

Pérez, B. M. H.; V. V. Vázquez; G. J. A. Osuna; T. A. Rios y A. J. G. López 2007. "Diagnóstico del cultivo del mango en Nayarit", *Folleto Técnico*. Número 7. SAGARPA-INIFAP-CESIX.

SAGARPA, 2005. *Superficie de mango, volumen de producción y rendimiento promedio por municipio y variedad*. Subdelegación Agropecuaria. Programa de Fomento Agrícola y Programa de Sanidad Vegetal. Delegación Estatal en Nayarit.

Silva do., A. J. A.; M. V. Dias y M. M. A. Carmo do 2002. "Indução Floral", en Carvalho do, G. P. J. y P. A. C. Queiroz do. (eds.), *A Cultura de Manguera EMBRAPA Informação Tenológica*, Brasília, D. F. Br., pp 261-276.

Simão, S. 1998. *Tratado de Fruticultura*. Piracicaba, SP.FEALQ.

Singh, L. B. 1969. Mango "(*Mangifera indica* L.)", en Ferweda, F. P. Y F. Wit (eds.), *Outlines of perennial crop breeding in the tropics*. Wage-

ningen, pp. 309-327.

Stassen, P.; H. Groye y S. Davie 1999. "Tree shapping strategies for higher density mango orchards", *Journal of Applied horticulture*, pp. 1-4.

Turrell, F. 1961. "Growth of the photosynthetic area of citrus", *Botanical Gazzette*, pp. 284-298.

Tustin, D. S. 2000. "The evolution of central leader apple tree management in New Zealand", *Compact fruit tree*, pp. 83-92.

Wheaton, T.; O. Castle; O. Tocker y C. Whitney 1978. "Concepts higher density plantings for Florida citrus", *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, pp. 27-33.

Wunche, J. N. y A. N. Lakso 2000. "Apple tree physiology – implication for orchard and tree management", *Compact fruit tree*, pp. 82-88.

NUTRICIÓN EN MANGO

Andrés Vásquez Hernández¹

Isaac Meneses Márquez¹

Héctor Cabrera Mireles¹

Suelo

El primer factor determinante en la buena nutrición y desarrollo del mango, además del factor climático, es la vocación del suelo, debido a que si éste no es adecuado en rendimiento ni calidad, la vida útil del árbol se reduce de manera significativa.

Aunque el mango es exigente en suelos, puede establecerse en los de tipo limoso, arenoso, laterítico o aluvial (siempre y cuando tengan buen drenaje); deben evitarse suelos muy delgados, alcalinos o pedregosos.

El manto freático debe estar a tres o cuatro metros de profundidad.

Además, deben preferirse suelos con pH entre 5.5 y 7.7, a mayor pH se presentan deficiencias de hierro (Fe) y zinc (Zn).

El mango puede desarrollarse bien en suelos arenosos, ácidos o calcáreos moderados, siempre y cuando se fertilicen adecuadamente.

El árbol de mango no es muy afectado por el tipo de suelo, sin embargo, en suelos mal drenados no crece ni fructifica lo suficiente.

Raíz

Tiene raíz pivotante, que se alarga hasta alcanzar el manto freático, puede alcanzar una profundidad de 6 metros, pero las raíces absorbentes en su mayoría se encuentran en los primeros 50 centímetros de profundidad.

En sentido horizontal pueden llegar hasta 8 metros de distancia del tronco del árbol.

Los estudios del sistema radical del mango en condiciones tropicales indican, en términos generales, que con excepción de aquellos suelos que presentan limitaciones o impedimentos físico-químicos a la

¹ Investigadores del Campo Experimental Cotaxtla. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

penetración de las raíces, que la mayor concentración de raíces activas (inferiores de 1 milímetro de diámetro) se sitúan lateralmente, a 1.5 metros del tallo en los suelos de textura gruesa a media y a 2.5 metros en los de textura fina.

En sentido vertical alcanzan más de 1.2 metros de profundidad.

Debido a su baja movilidad, el fósforo y potasio deben localizarse en las áreas de mayor concentración de raíces, con el objetivo de asegurar una eficiente utilización de los fertilizantes aplicados.

Por esta razón, la aplicación debe efectuarse en la zona ubicada entre el nivel de la proyección de la copa y la parte media de la misma, simplemente dejándolo sobre el suelo o incorporándolo.

Con el nitrógeno, por ser más móvil, puede haber más flexibilidad para la localización, aun cuando es aconsejable localizarlo también en la zona de mayor actividad de raíces.

Fertilización

Uno de los insumos más importantes en la producción de los cultivos es el fertilizante, de manera general éste representa en promedio 30% de los costos totales o anuales de los cultivos pero si no se aplican, las pérdidas en rendimiento pueden llegar a ser totales.

Tradicionalmente, las dosis de fertilización de los cultivos se han obtenido a un nivel de gran visión y para grandes regiones, sin embargo en la práctica esto carece de precisión, ya que dado el manejo diferente de las fincas y la diversidad en sus características físicas y químicas se tienen grandes diferencias, incluso en fincas aledañas, por lo que se ha optado por generar recomendaciones de fertilización sitio-específico, donde la base de estas recomendaciones es el análisis físico y químico del suelo, así como la determinación de la tasa de extracción de nutrientes de cada cosecha.

Conceptos básicos en fertilización

Cuando se habla de fertilización, es común utilizar el término dosis indistintamente para referirse a un tratamiento o a las fracciones en que éste se va a dividir.

Tratamiento de fertilización: Se refiere a la cantidad total de nutrientes que se debe aplicar por ciclo, en el caso de cultivos de temporada o por año en el caso de cultivos perennes.

Dosis: Se refiere a las fracciones en que se va a dividir el tratamiento, por ejemplo tenemos que un tratamiento de nitrógeno de 138 kilos por hectárea, a su vez se puede aplicar completo, en una sola dosis o fraccionarlo en dos dosis (primera dosis: 69 kilos por hectárea, al inicio de las lluvias; segunda dosis: 69 kilos por hectárea, a los 60 días posteriores a la nacencia).

Cálculo de fuentes fertilizantes

Calcular la cantidad de fertilizante a aplicar a partir de un tratamiento o

una dosis es relativamente sencillo, sólo se requiere saber la concentración de la fuente a usar y, con esto, se obtiene el factor de conversión, al dividir 100 entre el contenido del nutrimento.

Cálculos

Urea con 46% de nitrógeno, entonces factor: $100/46 = 2.29$

Si se requiere saber qué cantidad de urea se necesita para aplicar una dosis de 69 kilos por hectárea de nitrógeno, la operación será:

$69 \text{ (dosis de nitrógeno)} \times 2.29 \text{ (factor de conversión para urea)} = 150 \text{ kilos de urea}$

Si en lugar de urea se dispone de sulfato de amonio con 21% de nitrógeno:

Factor: $100/21 = 4.76$

$4.76 \times 69 \text{ kilos de nitrógeno (dosis)} = 328.57 \text{ kilos de sulfato de amonio para obtener una dosis de 69 kilos por hectárea de nitrógeno.}$

Cálculo de dosificación en campo

Cuando el fertilizante se va a aplicar, es necesario hacer el cálculo para determinar la cantidad de fertilizante a aplicar por mata, cepa o árbol.

Densidad de plantación

El primer paso consiste en calcular la densidad de plantación por hectárea con los datos de distancia entre surcos o hileras y entre matas o árboles; para el caso de mango que se siembra a una distancia entre surcos o hileras de 10 metros y 10 metros entre árboles, el cálculo será de la siguiente forma:

$$\frac{10,000\text{m}^2/\text{ha}}{10 \times 10} = 100 \text{ árboles por hectárea}$$

Cálculo de gramos de fertilizante por árbol:

Si nuestra dosis de fertilizante es:

Dos sacos de urea

Un saco de 18-46-00

Un saco de sulfato de potasio = 200 kg de mezcla fertilizante por hectárea

Cuatro sacos de fertilizante por hectárea

Si tenemos 100 árboles por hectárea:

200 kg mezcla = 2 kilos de mezcla de fertilizante por árbol.

100 árboles

Fertilización del mango

La limitada investigación a nivel de campo en el cultivo del mango obliga a implementar planes de fertilización basados en el método de fertilización por restitución como una alternativa para incrementar la producción, mejorar la calidad de los frutos y hacer uso racional de los fertilizantes.

Para que la implementación de este plan de fertilización sea efectiva

es necesario ajustar el manejo de la nutrición al ciclo de vida productiva de la planta y utilizar el análisis de suelo como herramienta de soporte.

En Veracruz, a pesar de realizarse experimentos de dosis de fertilización con los tres elementos mayores (nitrógeno, fósforo y potasio) no hubo respuesta en rendimiento de fruta, lo que no significa que los árboles adultos de mango no deban fertilizarse.

Definitivamente, con cada cosecha anual de mango se extraen del suelo cantidades considerables de nutrimentos que deben reponerse para sostener el crecimiento y producción de los árboles.

En la formulación del plan de fertilización sitio-específico para mango se sugiere que se tomen en consideración los promedios de extracción de nitrógeno, fósforo y potasio de una cosecha de frutos frescos.

Una producción promedio de 16 toneladas por hectárea de frutos o una cosecha de 220 kg de frutos por planta representan una extracción por hectárea de 23 kg de nitrógeno, 3 kg de fósforo y 25 kg de potasio.

Al partir de la premisa de que los frutos representan un tercio de las necesidades totales de nutrientes y que los rendimientos varían de acuerdo al ciclo de vida productivo, se establecen niveles de extracción para las diferentes edades de la planta.

Los niveles se ajustan según los coeficientes de eficiencia de los nutrientes aplicados como fertilizantes: 70% para nitrógeno, de 20 a 40% para fósforo en suelos pesados y arenosos, respectivamente, y 50% para potasio.

A continuación se establecen dos niveles de aplicación: Un mínimo, que corresponde a dos tercios de las necesidades de la planta y otro máximo, que corresponde al total.

Esto permite ajustar la dosis de aplicación de nitrógeno en función al rendimiento actual del huerto, en relación al rendimiento establecido como promedios para cada edad y que se presentan en el Cuadro 3.

Los niveles de aplicación de fósforo y potasio deberán ser ajustados al tener en cuenta los contenidos de estos elementos en el suelo, determinados a través del análisis.

Cuando el contenido es alto se debe aplicar el nivel mínimo de la dosis sugerida; si es medio, la dosis intermedia, y si es bajo, la dosis máxima.

Éstas se mantienen estables hasta llegar a los 18 años y posteriormente descienden.

Al seguir estos criterios se estableció el plan de fertilización para el mango, que se muestra en el Cuadro 2.

Se observa que las dosis de aplicación de los diferentes nutrientes se van incrementando paulatinamente con el aumento de la edad de la planta, hasta alcanzar el máximo nivel a los 12 años.

En el plan propuesto, las dosis más altas de nitrógeno varían entre mil

300 y mil 980 gramos por planta.

Se considera al nitrógeno como el elemento manipulador de la productividad del mango, pues el rango entre los niveles de deficiencia y exceso de este nutriente en las hojas (de 1.2% a 1.5%) es muy estrecho.

Cuadro 1. Nutrientes removidos por una tonelada de frutos de mango.

Nutriente	Requerimiento por tonelada de fruta fresca
Nitrógeno (N)	1,282 gramos
Fósforo (P)	188
Potasio (K)	1,977
Calcio (Ca)	183
Magnesio (Mg)	185
Azufre (S)	174
Boro (B)	0.85
Cloro (Cl)	66
Cobre (Cu)	1.3
Fierro (Fe)	3.6
Manganeso (Mn)	3.5
Molibdeno (Mo)	4.4
Zinc (Zn)	1.43
Cobalto (Co)	2.4
Aluminio (al)	2.4

Por esta razón, aplicaciones de nitrógeno superiores a las necesarias, junto con las altas temperaturas que caracterizan al trópico, inducen continuo crecimiento de la planta, con lo que generan un excesivo desarrollo vegetativo del árbol, en detrimento del proceso productivo.

El mango tiene bajos requerimientos de fósforo. Las dosis relativamente altas de éste elemento empleadas en el establecimiento de los huertos están relacionadas con el poder de fijación del suelo y el escaso sistema radical de la planta durante esta etapa.

Sin embargo, las cantidades de fósforo removidas en la cosecha son bajas en comparación con otros nutrientes.

En árboles mayores a 10 años se recomienda aplicar fósforo cada cuatro años en pequeñas cantidades, debido a la acumulación de este elemento en el suelo.

En suelos ácidos es aconsejable utilizar fuentes de lenta disolución, como la roca fosfatada, finamente molida. Esto permite una liberación continua y persistente de fósforo a largo plazo.

En suelos de pH más alto se puede utilizar fuentes solubles, como el fosfato diamónico.

En relación al potasio, en suelos calcáreos se recomienda la aplicación de 25% o más de la dosis alta de potasio, esto tiende a incrementar los rendimientos.

La época de aplicación está asociada a las fases fenológicas del ciclo anual de producción.

El crecimiento del mango ocurre en flujos que se alternan con periodos de reposo.

Cada rama terminal puede generar anualmente de uno a tres flujos de crecimiento. La presencia de éstos depende en gran parte de las condiciones climáticas, variedad, patrón empleado, edad del árbol y el volumen de la cosecha anterior.

La diferenciación floral tiene lugar después de un periodo de reposo aparentemente obligatorio y prolongado de las yemas.

En el trópico, en general, la floración es inducida por los periodos de sequía y el desarrollo vegetativo o lluvioso.

El monitoreo de la variación de los niveles de nutrientes en las hojas, a través de un ciclo de producción en mango, indican que los valores máximos de nitrógeno, fósforo y potasio se presentan antes del inicio de la floración y los niveles más bajos durante las etapas de plena floración y formación de frutos.

Por esto, la aplicación de los fertilizantes en plantas jóvenes se debe realizar a la salida de la cosecha y después de la época de floración.

Estudios conducidos para determinar el efecto del fraccionamiento del nitrógeno en árboles maduros de mango han demostrado que el fraccionamiento no tiene efecto particular en el vigor del árbol, en la producción o en la calidad del fruto.

Basándose en estos resultados, se recomienda en general una sola aplicación de nitrógeno al año después de la cosecha. Sin embargo, en suelos con escasa profundidad efectiva se aconseja fraccionar el nitrógeno para evitar daños a las raíces por concentración de sales.

Localización del fertilizante

Los estudios del sistema radical del mango en condiciones tropicales indican, en términos generales, que con excepción de aquellos suelos que presentan limitaciones o impedimentos físico-químicos a la penetración de las raíces, que la mayor concentración de raíces activas (inferiores de 1 milímetro de diámetro) se sitúan lateralmente a 1.5 metros del tallo, en los suelos de textura gruesa a media y en los de textura fina a 2.5 metros.

En sentido vertical alcanzan más de 1.2 metros de profundidad.

Debido a su baja movilidad, el fósforo y potasio deben localizarse en las áreas de mayor concentración de raíces, con el objeto de asegurar una eficiente utilización de los fertilizantes aplicados.

Por esta razón, la aplicación debe hacerse en la zona ubicada entre el nivel de la proyección de la copa y la parte media de ésta, simplemente se deja sobre el suelo o se le incorpora.

Con el nitrógeno, por ser más móvil, puede haber más flexibilidad para la localización, aun cuando es aconsejable localizarlo también en

Cuadro 2. Recomendaciones de fertilización para el mango, al considerar la edad la planta y el nivel de producción.

Edad (en años)	Rendimiento (en kg por árbol)	Nitrógeno*	Fosfato*	Potasa *	Relación Nitrógeno-fósforo-potasio
2	4	De 20 a 25	De 10 a 12	De 25 a 30	1-0.5-1.2
6	80	De 330 a 500	De 165 a 250	De 395 a 600	1-0.5-1.2
10	220	De 908 a 1,360	De 450 a 680	De 1,090 a 1,630	1-0.5-1.2
14	320	De 1,322 a 1,980	De 660 a 990	De 1,580 a 2,370	1-0.5-1.2
18	320	De 1,322 a 1,980	De 660 a 990	De 1,580 a 2,370	1-0.5-1.2
20	220	De 908 a 1,360	De 450 a 680	De 1,090 a 1,630	1-0.5-1.2
		*Se aplica el nivel mínimo con alto contenido de nutrientes en el suelo, el nivel máximo es para un bajo contenido de nutrientes de suelo			

la zona de mayor actividad de raíces.

Fertirriego

El fertirriego es la mejor técnica actual de abastecer de agua a los cultivos, debido a que nos permite hacer más eficiente este recurso, además de incrementar la eficiencia de los fertilizantes hasta en 90%, lo que reduce costos en este insumo y contaminación del suelo y cuerpos de agua.

Con el fertirriego, los nutrientes son aplicados en forma exacta y uniforme, solamente al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas.

El control preciso de la tasa de aplicación de los nutrientes optimiza la fertilización, al reducir el potencial de contaminación del agua subterránea causado por el lixiviado de fertilizantes.

El fertirriego permite adecuar la cantidad y concentración de los nutrientes de acuerdo a la demanda de nutrientes durante el ciclo de crecimiento del cultivo.

El abastecimiento de nutrientes a los cultivos, de acuerdo a la etapa fisiológica y al considerar las características climáticas y del suelo,

resulta en altos rendimientos y excelente calidad de los cultivos.

Cuando se usan métodos de riego a presión (goteo, aspersores, microaspersores), el fertirriego no es opcional, sino absolutamente necesario.

Bajo riego por goteo, sólo el 20% del suelo es humedecido por los góteros; si los fertilizantes son aplicados al suelo separadamente del agua, los beneficios del riego no se verán expresados en el cultivo.

Esto se debe a que la eficacia de la fertilización disminuye mucho porque los nutrientes no se disuelven en las zonas secas donde el suelo no es regado.

El fertirriego es el único método correcto de aplicar fertilizantes a los cultivos bajo riego.

Las condiciones de cultivo de las plantaciones frutales y otros cultivos a campo abierto difieren mucho de las de los cultivos en invernaderos, lo que determina grandes diferencias en cuanto al manejo del riego y a los equipos de fertirriego.

Estos cultivos no requieren el control exhaustivo y cuidadoso del fertirriego como en los cultivos bajo cubierta. Esto se debe a que las plantas crecen sobre el suelo y las raíces no están confinadas a un volumen reducido de agua ni de nutrientes.

Los suelos naturales poseen una considerable Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), lo que implica una reserva de nutrientes y una apreciable capacidad de reacción química y poder *buffer*.

En cuanto al régimen hídrico, los suelos naturales tienen una mayor capacidad de retención hídrica y mayor disponibilidad de agua, lo que permite intervalos entre riegos mucho más largos. En cítricos, por ejemplo, se fertirriega una o dos veces por semana.

Todo lo anterior, sumado al hecho de tratarse de cultivos con ciclos más prolongados o de cultivos perennes, hace que sean menos sensibles al manejo hídrico y nutricional.

Por lo tanto, es suficiente el uso de sistemas de fertirriego sencillos, manuales y económicos, que presentan una gran eficacia y resultados satisfactorios en este tipo de cultivos.

El cultivo a campo abierto, plantaciones frutales y/o en suelos arcillosos permite utilizar un método de dosificación de fertilizantes más simple y económico.

En estos casos se aplica el método de dosificación cuantitativa, en el que la concentración del fertilizante va variando durante su aplicación, pero esto no es crítico, pues no se requiere una dosificación exacta ni pareja.

Generalmente se usan fertilizantes simples y económicos, las dosis aplicadas deben tener en cuenta el contenido de nutrientes en el suelo y la cantidad de nutrientes aportados mediante la fertilización de base.

El factor controlado por el agricultor es la cantidad total de fertilizante aplicado y no su concentración, por eso las recomendaciones se ex-

presan en unidades de kg por hectárea.

Los tanques no pueden ser automatizados, pero tampoco esto es imprescindible, pues los intervalos de fertirriego son mucho más espaciados.

El cultivo a campo abierto, plantaciones frutales y/o en suelos arcillosos, permite utilizar un sistema de aplicación de fertilizantes más simple y económico.

En plantaciones frutales, generalmente se utiliza un tanque de fertilización *by-pass*, donde se vuelca directamente el fertilizante sólido.

Al operar el sistema de riego, el agua entra al tanque debido al gradiente de presión y disuelve el fertilizante.

El agua de riego sale del tanque a la tubería principal con nutrientes disueltos.

El tanque *by-pass* se adapta también al uso de fertilizantes líquidos y soluciones fertilizantes.

El control y monitoreo del fertirriego se hace por medio de tensiómetros y extractores de la solución del suelo, colocados a distintas profundidades.

pH del agua de riego

Los fertilizantes tienen un efecto considerable sobre el pH del agua de irrigación, en la que se les disuelve.

El pH óptimo de la solución del suelo está entre 5.5 y 7. Valores demasiado altos de pH (>7.5) disminuyen la disponibilidad de fósforo, zinc y hierro para las plantas y se pueden formar precipitados de carbonatos y ortofosfatos de calcio y magnesio en las tuberías y emisores.

Cuando aumenta el pH de la solución de fertirriego, las opciones para reducirlo son el ácido nítrico (HNO_3) o ácido fosfórico (H_3PO_4), con la ventaja que proveen a las plantas de nitrógeno y fósforo, respectivamente.

Valores demasiado bajos de pH (>7.5) puede aumentar las concentraciones de aluminio y manganeso hasta niveles tóxicos.

Ventajas del fertirriego

1. Mayores rendimientos y mejor calidad de cultivos. El abastecimiento de nutrientes a los cultivos, de acuerdo a la etapa fisiológica, al considerar las características climáticas y del suelo, resulta en altos rendimientos y excelente calidad de los cultivos.

2. Mayor eficiencia de los nutrientes. Aplicación de los nutrientes en forma exacta y uniforme, solamente al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas.

3. Reducción de la contaminación del agua subterránea. La dosificación exacta optimiza la fertilización y reduce el potencial de contaminación del agua subterránea causado por el lixiviado de fertilizantes.

4. Mayor practicidad y economía. Permite el uso de soluciones fertilizantes, lo que es más práctico que el de sólidos, con la posibilidad de ahorrarse la carga y descarga de bolsas y el almacenamiento.

5. Aplicación eficiente de microelementos. Éstos, que son caros, se requieren en pequeñas cantidades

Cuando se hacen las mezclas de fertilizantes se debe vigilar que haya compatibilidad entre los tipos de fertilizante, ya que al mezclar dos soluciones fertilizantes pueden formarse precipitados.

Esto indica que los fertilizantes no son compatibles entre sí y, por lo tanto, se debe evitar la colocación de ambos en un mismo tanque. Se recomienda combinar los fertilizantes como se indica en el Cuadro 3.

Muestreo de suelos para diagnosticar su fertilidad mediante análisis químico

El análisis químico de suelo es necesario si se quiere aumentar y mejorar la producción y calidad de las cosechas, siendo que de los 16 elementos necesarios para las plantas 13, los toma del suelo.

El análisis químico del suelo determina en forma rápida y anticipada

Cuadro 3. Sugerencias para el mezclado de fertilizantes usados en fertirriego.

Tanque A: Fertilizantes sin calcio	Tanque B: Fertilizantes sin fosfatos o sulfatos
Urea	Urea
Nitrato de amonio	Nitrato de calcio
Sulfato de potasio	Nitrato de amonio
Ácido fosfórico	Ácido nítrico
Sulfato de magnesio	Nitrato de magnesio
Micronutrientes quelatados	

las necesidades de fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio de los cultivos, además permite programar y determinar las medidas de corrección de acidez común en suelos tropicales, corregir deficiencias de micronutrientes y la salinidad; debido a que es una herramienta en la selección de mejoradores de suelo en fuente y en cantidad cuando se manejan las recomendaciones a nivel de finca, en forma específica, para un tipo de suelo y cultivo.

El muestreo de suelo es la primera etapa del análisis y consiste en obtener una muestra representativa del terreno de interés porque si bien los resultados dependen en gran medida de que la muestra de suelo se analice en un laboratorio competente, no se logrará un buen resultado a menos que el muestreo se realice debidamente, con una técnica precisa que garantice un diagnóstico confiable, que de manera rápida y económica permita a los productores conocer las necesidades de su terreno y cultivo, de no ser así los resultados del análisis químico conducirán a una interpretación y recomendación equivocada, es por

Cuadro 4. Compatibilidad entre fertilizantes solubles.

	Urea	Nitrato de amonio	Sulfato de amonio	Nitrato de calcio	Nitrato de magnesio	Fosfato monoamónico	Fosfato monopotásico	Nitrato de potasio	Sulfato de potasio	Cloruro de potasio	Ácido fosfórico	Ácido nítrico	Ácido sulfúrico	Sulfatos de Fe, Zn, Cu, Mn	Quelatos de Fe, Zn, Cu, Mn	Sulfato de magnesio
Urea																
Nitrato de amonio																
Sulfato de amonio																
Nitrato de calcio																
Nitrato de Magnesio																
Fosfato monoamónico																
Fosfato monopotásico																
Nitrato de potasio																
Sulfato de potasio																
Cloruro de potasio																
Ácido fosfórico																
Ácido nítrico																
Ácido sulfúrico																
Sulfatos de hierro, zinc, cobre y manganeso																
Quelatos de hierro, zinc, cobre y manganeso																
Sulfato de magnesio																

☐ Compatible
☐ Se reduce la solubilidad
☐ Incompatible

lo tanto importante que este paso previo al análisis se realice con conocimiento de una técnica sencilla pero precisa y exacta que indique cómo tomar una muestra para que el análisis químico sea útil.

El análisis químico establece las características del suelo y su capacidad para nutrir un cultivo conforme a sus necesidades, aunque los objetivos del análisis pueden variar. A continuación se enumeran los principales.

1. Determinación del potencial de fertilidad del suelo y su aptitud para un cultivo.

2. Determinación de la disponibilidad de los nutrientes esenciales para la plantas.

3. Los resultados del análisis químico permiten diagnosticar si es necesario aplicar mejoradores del suelo, así como su tipo y cantidad, de manera específica, para un sistema suelo-cultivo, rancho o finca.

Sin embargo, cabe señalar que los análisis de suelo de un terreno no indican la situación de terrenos aledaños que tengan características físicas similares en cuanto a textura, color y pendiente, lo que sin duda cambia propiedades que no se aprecian a simple vista, debido al manejo diferente por parte del productor.

Cuadro 5. Profundidad de muestreo para cultivos.

Cultivo	Profundidad (en cm)
Pastos	De 0 a 10
Maíz, sorgo y arroz	De 0 a 25
Frijol y soya	De 0 a 20
Caña de azúcar	De 0 a 30
Papayo	De 0 a 25
Plátano	De 0 a 30
Cítricos, mango perennes	De 0 a 25
Café	De 0 a 30
Mango	De 0 a 30
Hortalizas	De 0 a 20

Procedimiento para el muestreo de suelos

Para facilitar la toma de muestras se hace la siguiente guía simplificada.

1. Muestrear áreas iguales u homogéneas, terrenos diferentes o heterogéneos (diferente color, textura y profundidad de capa arable) se deben separar como si fueran otra parcela, terreno o finca.

2. Sacar en zigzag por lo menos 10 submuestras para cubrir todo el terreno.

3. Limpiar la superficie de los sitios de muestreo, de basura, hojas, rastrojo o restos de cosecha anteriores reconocibles.

4. No muestrear en sitios próximos a cercas, pozos, norias, caminos, paso de ganado, canales de riego permanentes o lugares donde se pongan agroquímicos (fertilizantes, herbicidas, etcétera).

5. A la profundidad indicada hacer hoyos con pala recta y sacar una rebanada de mismo tamaño en altura, ancho y grosor; si se usa barrena colocarla siempre a la misma altura y vaciar toda la muestra.

6. Con cavahoyos poner toda la muestra obtenida de la profundidad indicada, mezclarla y dejar un kilo de suelo de cada punto de muestreo.

7. Colocar las submuestras en un recipiente limpio, si es metálico que no presente desprendimiento de pintura ni óxido.

8. Sobre un plástico o recipiente limpio juntar todas las submuestras y mezclarlas bien dividir en cuartos, deshechar los dos opuestos. Repetir la operación hasta obtener un kilo de muestra.

9. Poner la muestra en dos bolsas de plástico, y colocar la etiqueta entre las dos bolsas.

10. Cuando se termine de muestrear un área homogénea limpiar el

material e instrumento utilizados antes de continuar con otra área homogénea.

Cuadro 6. Lista de fertilizantes solubles con su respectiva concentración, disolución máxima aconsejables para la preparación de las soluciones madres y dosis orientativas de empleo para distintos fertilizantes.

Fertilizante	Concentración nutrientes (%)	Disolución máxima aconsejada para preparar solución madre	Dosis orientadas de empleo a la salida de gotero (g/l)
Acido fosfórico (85% P_2O_5)	85 P_2O_5	10%	0.1
Acido nítrico (15.5% N)	15,5N	10%	0.1
Cloruro de potasio	60 K_2O	25%	0.1
Fosfato de urea	18 N - 44 P_2O_5	20%	0.1
Fosfato monoamónico	12 - N 51 P_2O_5	20%	0.1
Fosfato monopotásico	52 P_2O_5 - 34 K_2O	20%	0.1
Nitrato de amonio	33 N	35%	0.2
Nitrato de calcio	15.5 N - 26 CaO	20%	0.3
Nitrato de magnesio	11 N - 16MgO	25%	0.2
Nitrato de potasio	13,5 N - 46 K_2O	12%	0.5
Sulfato de amonio	21 N - 22 S	12%	0.1
Sulfato de magnesio	16 MgO - 13 S	10%	0.2
Sulfato de potasio	50 K_2O - 18 S	10%	0.2 - 0.5
Urea	46 N	35%	0.5 - 1

Bibliografía

Avilán, Luis. 1999. *Fertilización del mango en el trópico*. Informaciones Agro-nómicas No. 34, Enero 1999. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Potash and Phosphate Institute. Canadá. 1-5 pp.

Avilán, L. 1983. La fertilización del mango (*Mangifera indica L.*) en Venezuela. *Fruits* 38(3):183-188 pp.

Avilán, L., y L. Meneses. 1979. Efecto de las propiedades físicas del suelo sobre la distribución de las raíces del mango (*Mangifera indica L.*) *Turrialba* 29(2): 117-122.

Bertsch F. 2003. Absorción de nutrientes por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 145 pp.

Boletín de suelos de la FAO 38/2. Servicio de recursos manejo y conservación de suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma. P. 21-22.

Burt, C., K. O'Connor and T. Ruehr. 1998. *Fertigation. The Irrigation Training*

and Research Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA.

Carrillo F. I., S. Suárez J.R. Sanz. 1995. Cómo obtener una muestra para el análisis de suelos. *Cenicafé. Avances Técnicos*. 214:1-4.

Castellanos, R.Z.J., Cueto W.J.A., Macías C.J., Salinas G.J. R., Tapia V.L.J., Cortés J.J.M., González A.I.J., Mata V.H., Mora G.M., Vásquez H.A., Valenzuela S.C., Enríquez R. S.A.. 2005. La fertilización en los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. SAGARPA-INIFAP. Folleto Técnico Núm.1, Septiembre de 2005. Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México.

Castellanos J. C., Uvalle B. J. y Aguilar S. A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelo y aguas. 2ª. Edición. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola. Guanajuato, México. 226 p.

Fassbender, H. 1975. Química de suelos. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. San José. Costa Rica.

Henríquez H. C. Y Cabalceta A. G. 1999. Guía práctica para el estudio introducido de los suelos con un enfoque agrícola. 1a. Ed. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 111 pp.

Hiroce, R., O. Carvalho, O. Bataglia, P. Furlani, E. Dos Santos e J. Gallo. 1977. Composição mineral de frutas tropicais na colheita. *Bragantia*, 36:155-164.

Imas, Patricia. 1999. Manejo de Nutrientes por fertirriego en sistemas frutihortícolas. XXII Congreso Argentino de Horticultura. 28 Setiembre - 1 Octubre de 1999; Tucumán, Argentina. International Potash Institute, Coordination India. C/o DSW, Potash House, P.O.Box 75, Beer Sheva, 84100, Israel. E-mail: patricia@dsw.co.il

Mosqueda, V.R., De los Santos de la R. F., Becerra L.E.N., Cabrera M. H., Ortega Z.D.A., Del Angel P. A.L. 1996. Manual para producir mango en la planicie costera del Golfo de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz. México.

J. Mora, M.J., Gamboa P. J., Elizondo M. R. 2002. Guía para el cultivo de mango. Ministerio de agricultura y ganadería. Sistema Unificado de Información Institucional SUNII. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. INTA. 57 p

Tecnorriego Valley. www.thirrigacion.com.ar. Jueves 9 de Octubre de 2008.

TÉCNICAS PARA ADELANTAR LA FLORACIÓN DE MANGO EN SINALOA

Tomás Osuna Enciso ¹

Introducción

En México, la superficie cultivada con mango es de 184 mil 665 hectáreas, de las que el 90% se localizan en siete estados (Veracruz, Michoacán, Guerrero, Chiapas, Sinaloa, Nayarit y Oaxaca).

En Sinaloa, la superficie llega a 28 mil 924 hectáreas, distribuidas principalmente en el sur, en los municipios de Escuinapa y Rosario.

En estos municipios, el mango representa la principal fuente de ingreso para muchas familias, por lo que cualquier factor que perturbe la producción repercute en el bienestar familiar.

La producción de mango en el sur de Sinaloa se caracteriza por su alta concentración, fundamentalmente durante julio y agosto, lo que ocasiona una sobreoferta, con su incidencia negativa sobre el precio obtenido por el agricultor y un déficit de frutas en el resto del año.

Este problema produce pérdidas al productor, debido a las dificultades en la cosecha, mayor incidencia de enfermedades por la presencia de lluvias y por la ausencia de centros de acopio adecuados que puedan prolongar la vida útil del fruto después de la cosecha.

La producción forzada (producción fuera de época) para adelantar floración es una de las estrategias usadas por los fruticultores para ampliar los periodos de cosecha en mango.

Esta técnica se inició en Filipinas y rápidamente se distribuyó a otros países productores, entre ellos India, China, Pakistán y México.

En nuestro país, los mejores resultados para adelantar la floración se han obtenido con la aspersión de nitratos (nitrato de potasio y nitrato de amonio), que funcionan mejor en huertos localizados al sur del país, en los estados de Veracruz, Guerrero, Chiapas, Oaxaca y Michoacán; sin embargo, en entidades productoras de mango localizadas al norte

¹ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)

del país (Nayarit y Sinaloa) se ha dificultado modificar el hábito normal de floración en esta especie.

En los últimos años se ha presentado otro problema que afecta considerablemente al cultivo de mango, se trata de irregularidades en el clima.

En algunos años el invierno (estación donde se presenta la floración del mango) es cálido y en ocasiones se acompaña con lluvias, condiciones que favorecen el crecimiento vegetativo, con lo que se restringe la emergencia normal de las inflorescencias.

Por lo anterior, en el presente documento se analizan los factores implicados en la inducción e iniciación floral del mango y las técnicas que se han desarrollado para que el proceso de floración se adelante y/o se presente más abundante.

Floración del mango

La floración es un proceso de múltiples etapas, con una secuencia de eventos temporales y espacialmente ordenados; implica la transformación de un yema vegetativa, que emite hojas, en una yema floral con emisión de piezas florales (sépalos, pétalos estambres y ovario).

Esta secuencia de etapas tiene sus propios requerimientos y es afectada por factores internos y externos.

En mango, diversas sustancias que participan en el crecimiento y desarrollo se han relacionado con la falta de floración, entre ellas, bajas reservas de almidón y altas concentraciones de nitrógeno y hormonas como giberelinas.

Estos dos últimos compuestos son promotores del crecimiento vegetativo y se les ubica como los principales causantes de la reducción y falta de floración en muchos frutales (litchi, cítricos, aguacate y mango).

Entre los factores externos, la falta de frío en el invierno y la falta de estrés hídrico, previos al inicio de la floración, inhiben o interrumpen este proceso.

Se tienen suficientes evidencias para señalar que las temperaturas críticas para la inducción floral en mango son abajo de 25°C en el día y entre 10 y 15°C en la noche (resulta suficiente un periodo mínimo de 10 días en estas condiciones).

Se cree que las temperaturas bajas son promotoras de alguna sustancia que induce y acelera el proceso de floración.

Respecto al estrés hídrico, los estudios muestran que éste por sí solo no es suficiente para inducir la floración, pero que cuando se presenta estrés por frío, actúan en conjunto y provocan la máxima expresión de la floración.

El periodo de frío que se presenta previo al inicio de la floración del mango influye positivamente en la inducción floral y desarrollo de la inflorescencia.

Así, la falta de frío provoca que la yema apical de los tallos al brotar sólo tenga crecimiento vegetativo (Figura 1-A).

Por otra parte, la expresión de la yema apical, al recibir un estímulo de poca intensidad por frío (temperaturas en la noche entre 15 y 20°C y temperaturas superiores a 30°C en el día), provoca el desarrollo de un brote vegetativo y, en ocasiones, con mezclas vegetativas y florales (Figura 1-B).

Finalmente, cuando el estímulo es adecuado o suficiente (de 10 a 15°C de noche y menos de 25°C en el día) se forma una inflorescencia íntegra sin la presencia de características vegetativas (Figura 1-C).

También se ha observado que un estímulo débil y, sobre todo, tardío ocasiona inflorescencias pequeñas con pocas flores (Figura 2).

Técnicas para estimular la floración en mango

Las prácticas más comunes para estimular floración en mango están enfocadas a provocar estrés en los árboles.

Entre ellas se recomienda un periodo de sequía de dos meses previo al inicio de la floración, evitar la aplicación de fertilizantes nitrogenados cerca del periodo de floración y no efectuar podas tardías o cerca del inicio de la floración.

A través de varios estudios realizados en México y en otros países productores de mango, se ha encontrado que diversos compuestos químicos son promotores de la floración, entre ellos está el etefón, nitrato de potasio, nitrato de amonio, nitrato de sodio, nitrato de calcio y en los últimos años se agregó paclobutrazol (PBZ), entre otros.

Por su eficiencia, costo y facilidad de aplicación foliar, los nitratos [entre ellos nitrato de potasio (KNO_3), en dosis que fluctúan entre 2 y 4%, y nitrato de amonio (NH_4NO_3), al 1 y 2%], son los compuestos de mayor uso con fines de adelantar floración.

La efectividad de los productos señalados dependerá de la edad del brote terminal, pues se ha ensayado en brotes entre 1.5 y 11 meses de edad, donde se ha encontrado que los brotes más viejos (de 8.5 a 11 meses) florecen más abundantemente y producen mayor cantidad de flores hermafroditas.

Es muy importante considerar este criterio para iniciar la aplicación de los nitratos o cualquier otro promotor de floración, asimismo se debe tomar en cuenta el inicio de la temporada de invierno, debido a que es el descenso de la temperatura el que induce la transformación de una yema vegetativa en reproductiva, mientras que los promotores de la floración disparan el proceso y lo aceleran.

En el sur de Sinaloa se presentan condiciones favorables para iniciar un programa de adelanto de floración con nitratos desde la segunda semana de octubre y presentarse una respuesta positiva, con los primeros síntomas de iniciación floral (abultamiento de la yema apical del brote), después de una semana de aplicado el tratamiento.

Se pueden realizar dos o más aplicaciones de nitratos, pero se debe tener un monitoreo constante porque estos productos, en las concentraciones más altas recomendadas ocasionalmente pueden provocar quemadura del follaje, por lo que se recomienda que a medida que se realicen más aplicaciones al mismo follaje se disminuya la concentración.

Como se indica en diversos estudios, los huertos ubicados en latitudes más al sur de los trópicos (Cáncer y Capricornio) responden mejor a la aplicación de los inductores de la floración, por lo que la eficiencia para adelantar la floración es variable, que fluctúa entre tres y seis semanas.

Trabajos realizados en el centro de Sinaloa revelan que la aplicación de nitratos en mango no siempre presenta respuesta positiva para adelantar la floración.

En un estudio se aplicó KNO_3 al 4 y 8% en mango Kent, los resultados muestran que KNO_3 aplicado al 4% uniformizó el inicio de la floración (Figura 3) e incrementó el número de inflorescencias en 32%, respecto al testigo (Figura 4).

Asimismo, las inflorescencias de los árboles tratados con KNO_3 al 4 y 8% presentaron mayor longitud que las inflorescencias del testigo, midieron 41, 36 y 24 cm, respectivamente (Figura 5).

También, los árboles tratados con KNO_3 al 4% superaron en rendimiento al testigo, en 12% (Figura 6).

El tratamiento con KNO_3 al 8% provocó ligeras quemaduras en los bordes de las hojas, lo que pudo motivar que rindiera menos que el testigo.

Otro producto que ha mostrado eficacia para promover y adelantar la floración en mango es el paclobutrazol (PBZ); se recomienda usar de 2 a 6 mililitros por metro cuadrado de área de goteo del árbol, aplicado alrededor del tronco, a una profundidad de 2 a 4 cm.

Este producto tiene restringido su uso por parte del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), por lo que se deben tomar las precauciones pertinentes si se decide usar.

Otro producto que tiene la misma función que el PBZ (inhibir la síntesis de giberelinas y reducir el crecimiento vegetativo), con menos restricciones para su uso, es el prohexadione de calcio, pero hace falta evaluar su efecto como promotor de floración en mango bajo las condiciones locales.

Cualquier práctica de producción forzada va a provocar mayor estrés y desgaste de reservas en los árboles, lo que los hace más propensos al ataque de enfermedades.

Por lo tanto, se recomienda una atención especial en el manejo de la nutrición y los riegos.

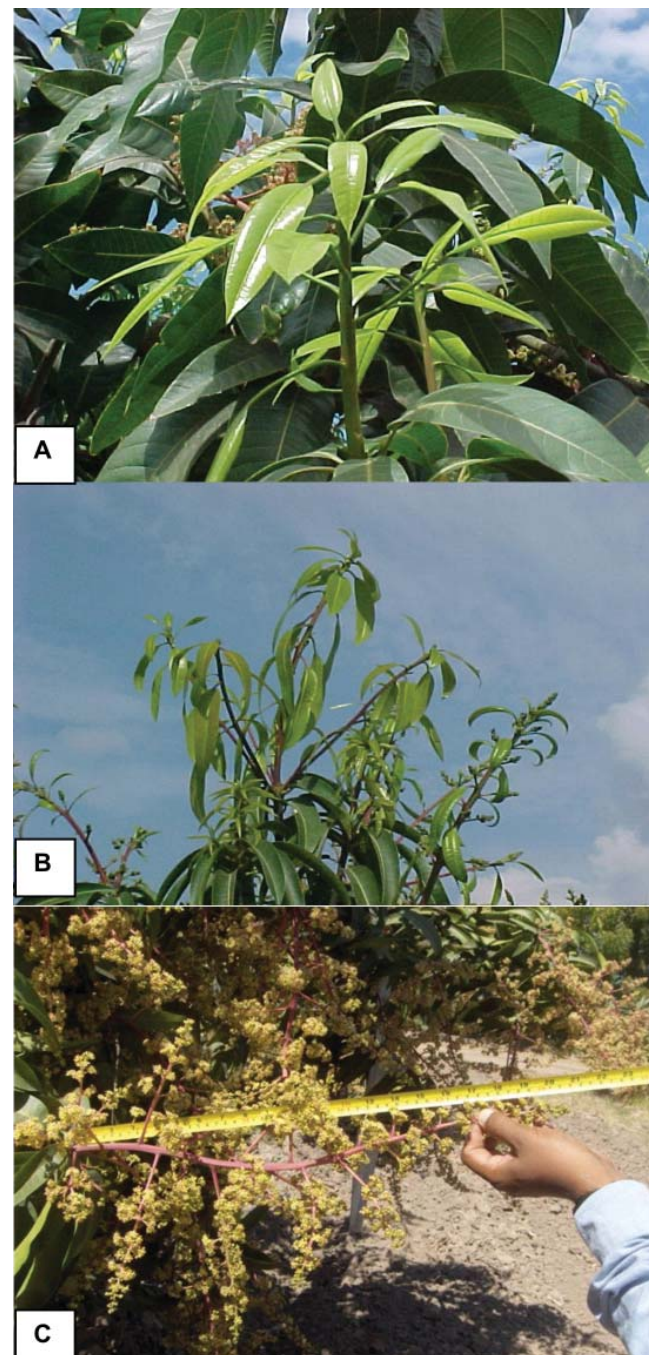


Figura 1. Tres niveles de floración en yemas de mango: A) Sin floración, no hubo estímulo floral; B) Mezcla de floración y crecimiento vegetativo, estímulo floral débil y C) Floración completa, suficiente estímulo floral.



Figura 2. Emergencia tardía de inflorescencia en mango Kent con bajo estímulo de frío.



A



B

Figura 3. Árboles de mango Kent. A) Tratados con nitrato de potasio al 4 % y B) sin tratamiento.

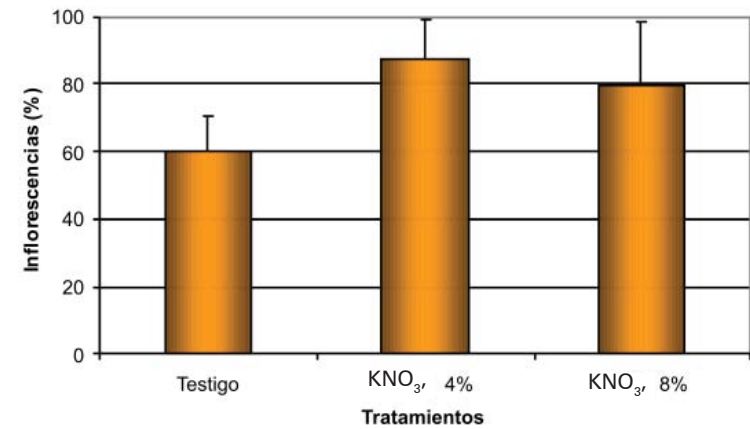


Figura 4. Porcentaje de brotes con inflorescencias en árboles de mango Kent tratados con nitrato de potasio. Las barras sobre las columnas de los tratamientos indican el error estándar.

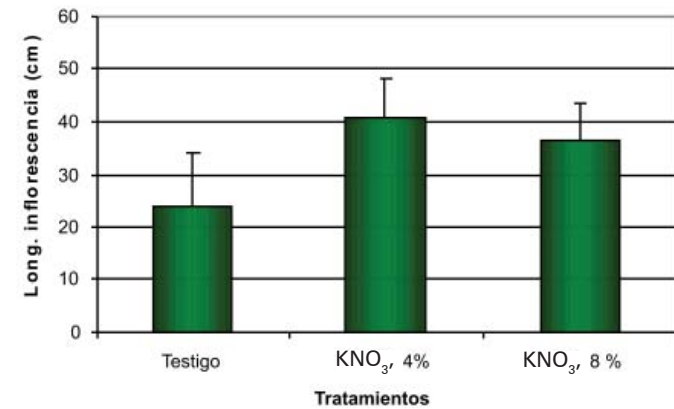


Figura 5. Longitud de inflorescencias en árboles de mango Kent tratados con nitrato de potasio. Las barras sobre las columnas de los tratamientos indican el error estándar.

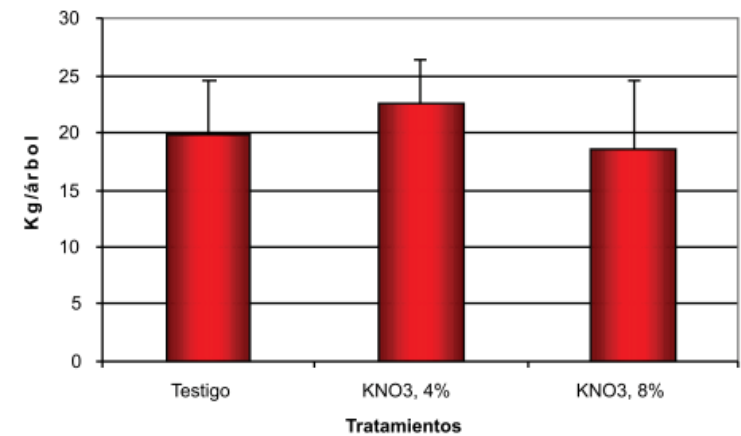


Figura 6. Rendimiento en árboles de mango Kent tratados con nitrato de potasio. Las barras sobre las columnas de los tratamientos indican el error estándar.

Bibliografía

Davenport T. 2003. "Management of flowering in three tropical and subtropical species", *Hortscience*, pp. 1331-1335.

Davenport T. y R. Núñez-Elisea 1997. "Reproductive physiology" en *The Mango Botany, production and uses*. Litz, R. (ed.). New York, USA. pp:69-146

Elfving D. C., A. L. Gregory y D. V. Visser 2003. "Prohexadione-Ca and ethephon reduce Shoot growth and increase flowering in young, vigorous sweet cherry tree", *Hortscience*, pp. 293-298.

Galán S. V. *El cultivo del mango*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Mata B. I. y V. R. Mosqueda V. 1995. *La producción del mango en México*, Limusa, México. 147 p.

Nakasone H. y R. E. Paull. 1998. "Tropical fruits", en *Crop Production Science in Horticulture Series*. J. Atherton (ed). CAB International. New York, NY, USA., pp. 208-238.

Singh, S. y J. Singh. 2003. "Regulation of shoot growth, flowering and fruiting with Cultar in mango cv. Dashehari", *Orissa Journal of Horticulture*, pp. 40-43.

Yahia E. M, J de J. Ornelas P. y R. Ariza F. 2006. *El mango*. Trillas, México.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA COCHINILLA ROSADA EN EL SUR DE SINALOA

César Gómezllanos Buchart ¹

Introducción

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal, implementa acciones para la prevención, control y erradicación de plagas en el territorio nacional, que son operadas por los organismos auxiliares de sanidad vegetal y supervisadas por las delegaciones de la SAGARPA en los estados.

Para el caso de plagas cuarentenarias como la cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccus hirsutus* Green), las actividades tienen como objetivo controlar oportunamente la presencia de la plaga. Para esto se desarrollan acciones de monitoreo a través del trampeo y muestreo directo.

Las acciones probadas han permitido que los niveles de presencia de la cochinilla rosada se encuentren dentro de los parámetros de baja infestación, considerando los niveles de presencia actuales en prácticamente toda la zona infestada.

El monitoreo es el primer paso en la estrategia de control, hasta los aspectos de regulación y movilización de productos, pasando por el control biológico.

Acción fundamental en el manejo y control de la cochinilla rosada es la liberación de agentes de control biológico como el depredador *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) y el parasitoide *Anagyrus kamali* (Moursi).

Antecedentes

Distribución mundial

La cochinilla rosada es una plaga originaria del sureste de Asia. Ac-

¹ Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Sinaloa (CESAVESIN).

tualmente se encuentra establecida en África central y norte, en India, Pakistán, norte de Australia y el sudeste asiático. Sin embargo, también se ha reportado en el Caribe tropical del Hemisferio Occidental.

Desde su llegada a Granada en 1994, se ha dispersado a Guyana en Suramérica y al menos 14 islas más del Caribe, como St. Thomas, St. John, St. Croix, Vieques, Tortola, St. Martin, St. Eustatius, St. Kitts, Nevis, Anguilla, Antigua, St. Lucia, St. Vicente, Trinidad y Tobago.

Se ha detectado en Belice (1999), en el sureste del Valle Imperial en California y Florida y Mexicali (1999), en donde ataca una gran cantidad de hospederas de importancia económica (Millar, 1999).



Distribución de la cochinilla rosada.

Distribución nacional

La cochinilla rosada se encontró por primera vez en Mexicali, Baja California (1999). Posteriormente en febrero de 2004 en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit y Puerto Vallarta, Jalisco. Después fue en Chahuities, Oaxaca (2006), luego en Cihuatlán, Jalisco y el norte de Nayarit (2006).

En mayo de 2006, en el norte de Nayarit, se detectaron brotes de cochinilla en los municipios de Ruiz, Santiago y Tuxpan; en septiembre se encontró en el municipio de Rosamorada, Tecuala y en la región del Resbalón, municipio de Acaponeta. En todos los municipios se localizó en zona urbana, excepto en Acaponeta, encontrándose en esta región la zona afectada en donde se incluye área urbana, marginal y agostaderos.

A partir de mayo de 2006, que se detectó el brote de cochinilla rosada en Cihuatlán, Jalisco, se realizaron acciones de monitoreo y diagnóstico, control cultural, físico, químico y control biológico. Se estableció un programa de manejo integrado, con el objetivo de suprimir los niveles de infestación de cochinilla. A partir de febrero de 2009 se presentó en zonas urbanas de La Concha, Copales y Palmillas del municipio de Escuinapa, Sinaloa.

Agente causal

Las hembras adultas son de color rojizo o rosado, cubiertas por cera; presentan tres estadios ninfales, miden aproximadamente tres milímetros y son de forma elongada y ovalada; su reproducción es sexual: cada hembra oviposita de 300 a 600 huevecillos en ovisacos. Debido a esta productividad, la cochinilla puede desarrollar grandes poblaciones en poco tiempo (Mani, 1989).



Colonia de cochinilla rosada

El macho adulto es de color rojizo-marrón, presenta cuatro estadios ninfales, posee un par de alas y filamentos caudales largos, es más pequeño que la hembra. Tras la cópula, los machos viven de 24 a 36 horas (Eades, 1996).

El insecto pertenece al orden homóptera = Hemíptera, familia *Pseudococcidae*, género: *Maconellicoccus hirsutus* (Green).

La cochinilla rosada del hibiscus es una plaga exótica de importancia mundial y cuarentenaria; entre sus hospederos preferidos se encuentra el hibiscus o clavel (*Hibiscus rosasinnensis*) y debido a esta preferencia surge el nombre común de cochinilla rosada del hibiscus (Meyerdirk *et al.* 1999).

Rango de hospedantes

La cochinilla rosada se reporta que llega a atacar más de 300 plantas entre vegetales, plantas ornamentales, forestales, silvestres y frutales.

En Egipto las infestaciones fueron particularmente severas sobre *Hibiscus*, *Albizia lebbek*, *Acacia arabica*, *Bauhinia*, *Grevillia*, *Psidium guayava*, *Parkinsonia aculeatus*, *Robinia pseudoacacia*, *Cajanus indicus*, y como plaga menor de algodón, vid y cítricos. En la India se



Macho adulto de cochinilla rosada.

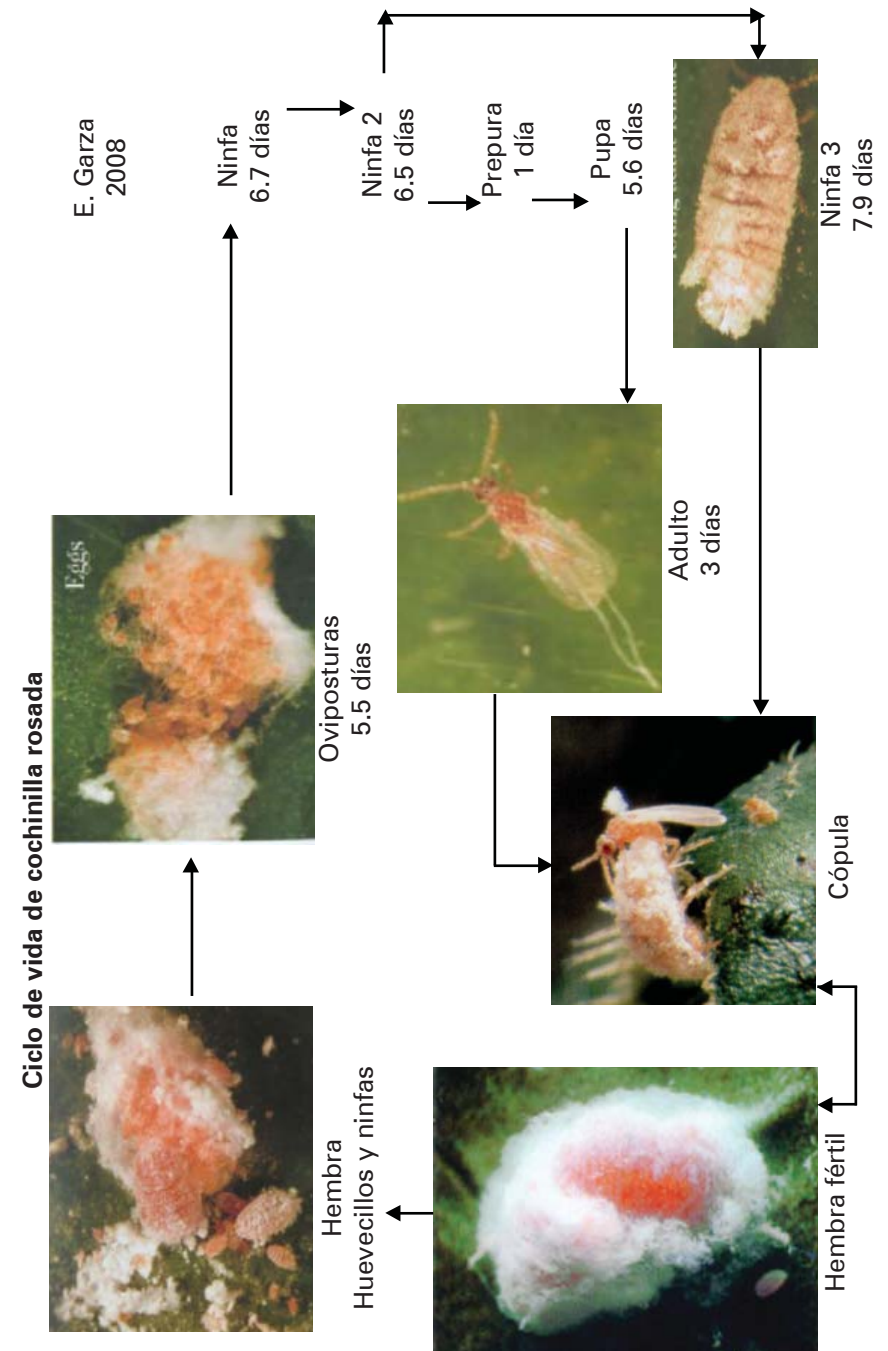
reporta como plaga de *Eugenia jambolana*, *Ficus religiosa* y de la caña de azúcar (Bartlett, 1978).

La cochinilla rosada es plaga polífaga de árboles y arbustos. Infesta a árboles frutales como cítricos, tamarindo, níspero, ciruelos (*Prunus*), durazno, pera, tejocote, membrillo, pomarrosa, guayaba, mango, ciruelos del país (*Spondias*), anonas, chirimoya, guanábana, higo, almendro, carambola, papaya, chicozapote, kaki y dátil. También ataca a cultivos como la lechuga, chile, jitomate, okra, pepino, calabaza, betabel, nopal, zanahoria, espárrago, frijol, maíz, algodón, caña de azúcar, girasol, café, cacao, soya, cacahuete, papa y coco.

Otro más son plantas ornamentales como tulipán (*Hibiscus* spp.), *Croton* spp., *Ficus* spp., *Cosmos* spp., *Chrysanthemum* spp., *Dahlia* spp., *Gerbera* spp., *Rosa* spp., *Dieffenbachia* spp., *Philodendron* spp., *Syngonium* spp., *Aralia* spp., *Schefflera* spp., *Asparagus* spp., *Begonia* spp., *Chenopodium* spp., *Kalanchoe* spp., *racaena* spp., *Bougainvillea* spp. y *Jasminum* spp.

De igual manera también se puede presentar sobre árboles ornamentales y de importancia forestal como *Jacaranda mimosifolia*, *Tabebuia* spp., *Crescentia cujete*, *Tecoma* spp., *Bauhinia* spp., *Albizia* spp., *Samanea saman*, *Callistemon* spp., *Salix* spp., *Schinus molle*, *Terminalia cattapa*, *Cassia* spp., *Ceiba petandra*, *Tectonia granids* y muchas otras plantas (Berg, 1996).

En el acuerdo por el que se instrumenta el dispositivo nacional de emergencia para controlar y mitigar los riesgos de dispersión de la cochinilla rosada del hibisco, emitido el 31 de diciembre del 2007 se consideran sólo 16 hospederos bajo control fitosanitario, los cuales se describen en el siguiente cuadro:



Hospederos de cochinilla rosada.

Nombre científico	Nombre común
<i>Annona</i> spp.	Anona
<i>Averrhoa carambola</i>	Carambolo
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche o nance
<i>Citrus</i> spp.	Cítricos
<i>Mangifera indica</i>	Mango
<i>Psidium quajava</i>	Guayaba
<i>Spondias dulcis</i>	Ciruelo agrio
<i>Spondias mombin</i>	Ciruela Amarilla, jobo
<i>Spondias purpurea</i>	Atoyacocotl
<i>Spondias purpurea</i> var.	Lutea ciruelo, jocote
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Alegría
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol verdura
<i>Hibiscus</i> spp.	Hibisco (Obelisco)
<i>Tectona grandis</i>	Teca
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Jaca
<i>Annona muricata</i>	Guanábana.

Sintomatología

Uno de los síntomas tempranos más claros de la presencia de la cochinilla rosada es una severa deformación de las hojas (enchinamiento), dando la impresión de “rosetón”; además, los nuevos brotes se observan torcidos y enrollados.

La cochinilla rosada introduce su estilete para alimentarse de la savia de los tejidos suaves de las plantas, y al hacerlo inyecta saliva que contiene una sustancia tóxica que es la que provoca la deformación.

Daños ocasionados por cochinilla rosada en obelisco

Debido a la deformación en hojas y ramas, el crecimiento de la planta se detiene significativamente, los entrenudos de los tallos se acortan y los retoños desarrollan una apariencia arbustiva. Las yemas dejan de florear y los tallos se pueden torcer. Es común observar hojas y flores que no se abren, se marchitan y mueren pronto (Vifinex, 2001).

La cochinilla rosada reduce la actividad fotosintética de las plantas al favorecer la formación de hongos llamados fumagina y bloquear la recepción de la luz. Las hormigas son atraídas por la ligamasa (azúcares simples, mielecilla), lo que resulta en una relación mutualista donde las hormigas protegen las cochinillas. De esta manera, las hormigas se convierten en un buen indicador de la presencia de la plaga (Williams, 1996).

Dispersión

Algunas de las características que convierten a la cochinilla rosada en una plaga de importancia cuarentenaria es que es altamente polífaga y a pesar que prefiere ciertos hospederos, cuando éstos ya no son



suficientes o no están presentes, se traslada a otros hospederos. En ciertos casos, puede alcanzar densidades de población tan altas que logra matar a sus hospederos, incluyendo árboles de varios metros de altura.

Otra característica importante es el transporte o dispersión pasiva. Los primeros instares ninfales son fácilmente dispersados, debido a su movilidad; aunque también pueden ser transportados por el viento, lluvia, aves, ropa y vehículos; se ha visto a hormigas acarreado a cochinillas de planta en planta; sin embargo, los principales dispersores de cochinilla son los humanos, ya que transportan material vegetal (ornamentales, hortalizas, frutas y forestales) dentro y entre países, a través de aeronaves, barcos, automóviles y por el movimiento de ganado de áreas infestadas a áreas sin presencia de plaga (Eades, 1996).

Monitoreo

Es el seguimiento a través del muestreo o conteo de los niveles de población de cochinilla rosada por medio de un método sistemático. Se realiza con la finalidad de conocer y cuantificar la presencia e incidencia de la cochinilla rosada y sus niveles de infestación, detectar posibles nuevos brotes y dispersión de la plaga.

Objetivo: Conocer el nivel de infestación o presencia de la cochinilla rosada en un área determinada, así como la diseminación que la plaga presenta en términos de nuevos brotes, hospederos diferentes, movimiento de productos y subproductos del área infestada a las áreas libres.

La capacitación de los técnicos o personal encargado de esta actividad es fundamental. La metodología establecida deberá ser aplicada por todos de los participantes; de lo contrario, los resultados obtenidos no serán uniformes y, por lo tanto, tampoco serán confiables; de igual manera no podrán ser representativos de la verdadera situación que prevalece en la zona monitoreada.

Para lo anterior, se ha establecido una escala o niveles de infestación de cochinilla rosada, con base en número de individuos por brote de 5 cm determinados y utilizado por el plan emergente.

Cochinilla rosada/ brote (individuos)	Nivel de infestación
0	Nulo
>0-10	Bajo
>10-20	Medio
>20	Alto

Muestreo directo

El muestreo directo es una herramienta que sirve para evaluar los índices de presencia de la cochinilla rosada en un momento y lugar determinados, y consiste en el conteo de los diferentes estudios de la plaga que se encuentran en brotes y/o frutos, realizándose en forma periódica tanto en el área agrícola, urbana como marginal.

a. Área agrícola: Para el muestreo de la cochinilla rosada, se realizará cada 8 a 15 días, considerando los diferentes hospederos de la zona agrícola.

Los datos obtenidos en el muestreo deberán de registrarse en el formato correspondiente, con la finalidad de conocer la incidencia de la plaga en los cercos o lienzos de las parcelas se tomarán 12 puntos (tres por cada lado de la parcela).

b. Área urbana: Para las áreas urbanas se realizan muestreos localizados de acuerdo a la presencia de hospederos preferentes (obeliscos, jacas, guanábanos, etcétera) y se establecen puntos de muestreos permanentes, que se monitorean cada 15 días. Los datos se registran en el formato correspondiente.

c. Área marginal: Para muestrear en los caminos, ríos, carreteras y sierra se tomarán puntos de referencia cada 500-1,000 metros. Siempre y cuando haya hospederos preferentes por la cochinilla rosada (parotas, conchas, jarretaderas, rabo de iguanas, tecas, obeliscos, etc.), para esto se tomarán cinco hospederos preferentes por punto. En total se muestrean 20 brotes (cuatro brotes por hospedero). Si el hospedero es frutal se toman dos brotes y cuatro frutos tomando uno por cada punto cardinal y a diferente altura. Se establecen rutas de monitoreo permanentes, y se revisan cada 15 días; dichas rutas se enumeran de acuerdo al número consecutivo que se obtenga al geoposicionarlos, incluyendo las coordenadas. Esta información se registra en el formato correspondiente.

d. Rutas de monitoreo. Para realizar el ordenamiento del monitoreo y los datos obtenidos en esta actividad, se establecen rutas de muestreo directas y trapeo de machos de cochinilla rosada.

En el muestreo directo se ubican los puntos a muestrear en el área marginal y se enumeran de acuerdo al número consecutivo que se obtenga al geoposicionarlos, anotando los datos del punto en el formato de monitoreo, incluyendo las coordenadas. De la misma forma se procede en el área urbana, tomando para este caso domicilios en

las localidades de la zona afectada y cumpliéndose el mismo procedimiento.

Manejo de la cochinilla rosada del hibisco

Control cultural

Es el control realizado a través de prácticas agronómicas que generan un agro ecosistema menos favorable para el desarrollo y sobrevivencia de las plagas. Los mejores resultados se obtienen cuando se usa como un método preventivo, sin embargo es también correctivo cuando las plagas ya están presentes.

Objetivo: Eliminación de brotes de cochinilla rosada

Una vez que ha sido localizado un brote de cochinilla rosada, el control cultural es una alternativa que podrá ser utilizado en aquellos casos en que las características de la plaga lo permitan o sea conveniente realizar las acciones que se contemplan en esta práctica.

Consiste en la poda o eliminación de hospederos que se encuentran positivos a cochinilla rosada en las zonas bajo control fitosanitario y zonas aledañas. Asimismo, se eliminan los residuos de malezas y se realiza limpieza de márgenes de parcelas, camellones, canales de distribución de agua y pasillos de las áreas de la unidad de producción afectada.

Acciones de control cultural y químico

En zona agrícola esta actividad deberá ser realizada por los productores. En zona urbana y marginal esta práctica la ejecuta el programa.

Una vez realizada esta actividad, será necesario continuar con el monitoreo de la zona con la finalidad de evaluar los resultados de las acciones, y, en caso necesario, será conveniente volver a hacer acciones en aquellos sitios en que los rebrotes presenten síntomas o presencia de cochinilla. Dependiendo de los resultados obtenidos se podrá establecer el método de control biológico mediante la liberación de agentes de control que permitan reducir aún más la presencia de la plaga.

Una vez establecido el control biológico ya no se podrán realizar acciones de control cultural, debido a que interfiere en el establecimiento y efecto de los organismos de control.



Control químico

El control químico es el método más utilizado. Se usan sustancias naturales o sintéticas que tienen actividad biológica. Cuando los plaguicidas son bien utilizados, éstos son altamente eficaces para la mayoría de las plagas, actúan rápidamente y son insumos agrícolas adaptables a diversas situaciones. Esta acción no deberá realizarse posterior al establecimiento del control biológico.

Las características biológicas de la cochinilla rosada, como la capa cerosa que cubre todo su cuerpo y a sus huevecillos, los hábitos al congregarse en grandes colonias, hacen que los insecticidas tengan un mediano efecto al no ser capaz de penetrar la cera que cubre al insecto. Sin embargo, este método coadyuva a la supresión de la cochinilla rosada. Consiste en la aspersión de insecticidas a los hospederos infestados, con productos que han demostrado tener efectividad en la disminución de esta plaga.

Objetivo: Suprimir los niveles de infestación de cochinilla rosada.

a.Procedimiento en zona urbana

En esta zona antes de que se realice la poda o la eliminación de los hospederos positivos se asperja completamente el hospedero para evitar que la plaga se disemine al momento del manejo de la planta, llevándose a cabo esta actividad con cualquiera de los siguientes productos:

- a.Citrolina 1% + resina de soya al 1% + adherente del 0.10 al 0.25%.
- b.Aceite parafínico al 1.5% + adherente al 0.25%.
- c.Detergente líquido al 1.5%.

Una vez que se ha cumplido con la eliminación del hospedero infestado, se asperjan nuevamente todas las plantas aledañas a dicho hospedero, con el fin de eliminar cualquier estado inmaduro de la plaga que quedará expuesto.

b.Procedimiento zona agrícola

En huertos comerciales con la presencia de cochinilla rosada, el control químico se realiza por los productores, asesorados por técnicos del programa y se asperja en base al tipo de cultivo y sus características fisiológicas, así como al grado de infestación, cualquiera de las siguientes mezclas:

- a.Aceite parafínico del 1.5-2% + adherente al 0.25%
- b.Citrolina al 1.5% + adherente al 0.25%
- c.Dimetoato al 0.5% + detergente al 1%
- d.Deltametrina al 0.25% + detergente al 1%

La aplicación de estos productos debe ser en cobertura total.

c.Procedimiento en zona marginal

Es igual al de zona agrícola, sólo que esta actividad es realizada por una brigada de control cultural conformada por personal del programa a cargo de un profesional fitosanitario apoyado por jornales.

Estas actividades se deberán de realizar antes de utilizar el control biológico con la liberación de insectos (*Anagyrus kamali* y *Cryptolaemus montrouzieri*).

Control físico

El control físico es un método que en algunos casos permite la erradicación de plagas y consiste en la utilización de algún agente físico como la temperatura (alta o baja), la humedad, insolación, fotoperiodismo y radiaciones electromagnéticas en intensidades que resulten letales para los insectos.

Objetivo: Eliminación de brotes de cochinilla rosada

El control físico para cochinilla rosada se cumple al eliminar plantas, arbustos, matorrales y los residuos de la poda altamente infestados a través de la incineración con diesel o gas LP.

Control biológico

a.Objetivo

El área de control biológico tiene como objetivo realizar actividades de reproducción, liberación y evaluación del impacto de los agentes de control.

Dentro del manejo integrado se contempla el control biológico como una de las principales técnicas, mediante el uso del insecto depredador adulto *Cryptolaemus montrouzieri* y el parasitoide adulto *Anagyrus kamali*. El primero se utiliza cuando las poblaciones de cochinilla rosada son elevadas y el segundo actúa cuando las poblaciones son bajas debido a la alta especificidad que presenta.

Depredador *Cryptolaemus montrouzieri*

b.Colecta de muestras

Se realizarán muestreos en los municipios infestados, donde se han liberado agentes de control, dependiendo de la especie hospedero a tratar. Una vez colectadas las muestras se llevarán al laboratorio de diagnóstico y evaluación.

Por cada sitio a evaluar se obtendrán 10 muestras, quincenalmente; cada una se colocará en una bolsa de papel y deberá indicarse la siguiente información: Nombre del colector, fecha de colecta, planta huésped, nombre del propietario, ejido o localidad y municipio, así como ubicación con GPS.

Una vez que las muestras están en las bolsas son colocadas en hieleras y selladas con cinta canela o cinta adhesiva, para su traslado al laboratorio.

Evaluación y seguimiento de las liberaciones de los agentes de control biológico *Cryptolaemus montrouzieri* y *Anagyrus kamali*

a) Sitios de muestreo

Se establecen rutas de muestreo para revisión quincenal o mensual, en los sitios positivos, donde se incluyen aquellas áreas de mayor intercambio comercial y comunidades que se encuentren a lo largo de los caminos más transitados.

Se incluyen centros turísticos por considerarse que en ellos existe alta probabilidad de establecimiento de la plaga, ya que los turistas pueden ser un elemento importante en su diseminación.

En el área marginal se recorrerán aquellos sitios que se encuentren más alejados de la zona afectada. Para que un sitio sea representativo debe de tener más de 10 hospederos positivos.

b). Nivel de infestación de cochinilla rosada

Se determina a través de la cuantificación de los segundos y terceros estadios y hembras adultas de cochinilla rosada en un brote de 5 ó 10 cm de largo, por inspección directa. En arbustos del género *Acacia*, obeliscos y hospederos de tamaño similar se consideran brotes de 5 cm y en árboles hospederos como teca y parotas se consideran brotes de 10 cm.

Los materiales utilizados en esta actividad son: lupa de 10x, aguja y pinza entomológica, pinceles 000, libreta y tabla de campo, así como lápiz y bolígrafo, cortador de ramas altas, pinzas para podar, bolsas de papel estraza del número 12, cinta canela de 3 pulgadas de ancho o cinta *masking tape* de 2 pulgadas de ancho, así como hieleras de hielo seco de 100 cm largo x 85 cm de ancho x 60 cm de alto, para el traslado de muestras del campo al laboratorio y geoposicionador digital.

c) Unidad de muestreo

1. Área urbana y marginal (canales de riego, drenes, caminos y potreros).

En hospederos tipo arbusto, se toman cuatro brotes de 5 cm (50% al azar y 50% dirigidos); de los brotes terminales por hospedero, se seleccionan 5 -10 hospederos por domicilio o por sitio de evaluación y se realiza el conteo de los diferentes instares de cochinilla rosada. La información se registra en el formato de muestreo en zona marginal y urbana.

Se realizan muestreos quincenalmente, cuando los niveles infestación de la plaga son de medios a altos. Cuando la infestación de la plaga han permanecido con niveles bajos por un periodo mínimo de 60 días, se realiza el muestreo o seguimiento mensual.

Durante la inspección visual se contabilizan las cochinillas rosadas e insectos benéficos (depredador, larva y adulto) y parasitoide (momias). Para conocer el porcentaje de parasitismo en el sitio, se colectan las



Depredador *Cryptolaemus montrouzieri*.



Macho adulto del parasitoide *Anagyrus kamali* Moursi.

muestras y se envían al laboratorio.

2. Área agrícola y forestal. Se realiza el muestreo en zigzag donde se evalúan 20 y 30 árboles, en superficies de 1.0 a 5.0 ha y 5.1 a 10.0 ha, respectivamente. En superficies mayores a 10 hectáreas se muestrea en 50 árboles. De cada árbol se toma un brote y un fruto, dependiendo del estado fenológico del cultivo. Para cada fruto se contabiliza en cuatro centímetros cuadrados (2x2cm), se registra el número de los instares de cochinilla rosada, larva y adulto de depredador y momias del parasitoide (con y sin orificio de salida).

Dosis de liberaciones de los agentes de control en diferentes sitios y hospederos de cochinilla rosada

El objetivo de la liberación de organismos benéficos contra cochinilla rosada es disminuir las poblaciones para que no causen daño económico y que disminuya el riesgo de dispersión. Los parasitoides son la solución a largo plazo en el control (6 a 8 meses) de cochinilla rosada, mientras que el depredador es una solución a corto plazo en niveles de infestaciones altos y donde el muestreo resulte con más de un ovisaco por brote o fruto.

Para realizar la liberación, se debe determinar el nivel de infestación de cochinilla rosada, los hospederos y superficie afectada. En frutales y plantaciones forestales, para una hectárea se recomienda 1,500 a 2,000 individuos del parasitoide *A. kamali* en niveles de infestación bajo. Es importante liberar cuando se presenten ninfas de segundo y tercer instar y hembras adultas de cochinilla, ya que son los estadios que parasita el *A. kamali*. Si es necesario a los 30 días se realiza una segunda liberación de 1,000 individuos. Para las huertas de guanábana se libera dependiendo del número de plantas infestadas, de 250 – 500 *Anagyrus* por planta. En hospederos silvestres con mayor altura como las majaguas y parotas se liberan de 500 a 1,000 individuos por árbol. Este insecto benéfico también trabaja en colonias altas de cochinilla rosada donde ya se encuentran larvas de depredador consumiendo ovisacos.



Depredador *Cryptoleamus*.

En infestaciones altas es recomendable liberar de 1,500-2,000 depredadores por hectárea para zona agrícola. Para áreas urbanas en árboles de porte medio con infestación alta se recomienda liberar 50 a 100 depredadores por planta, lo mismo que en zona urbana con hospederos de guanábanos, obeliscos, majaguas, jacas, cítricos se aumentará hasta 250 depredadores, según el tamaño del hospedero.

En área marginal con niveles de infestación media o alta, la recomendación es de 1,500 a 2,000 depredadores por sitio. La liberación debe realizarse por la mañana o por las tardes, debido a que la temperatura es menor y las condiciones son más favorables.

Para el caso de los depredadores que son importados de diferentes insectarios (Autlán, México, Canadá y California) deberán ser liberados el mismo día de su llegada, en los sitios infestados. De la misma manera para los parasitoides, preferentemente en las hojas de los hospederos que fijan humedad por el rocío, ya que en ocasiones se les ha observado que consumen agua al momento de ser liberados. Cuando se libere en área agrícola y/o urbana se debe explicar al dueño cómo funcionan los insectos benéficos y evitar podar, aplicar insecticidas y destruir las plantas.

Los materiales utilizados en esta actividad son contenedores viales de 90 ml con tapa de remache para 250 parasitoides, frascos de polietileno de 250 ml con tapa de remache para 500 y 1,000 parasitoides y frascos de polietileno de 1,000 ml con tapa rosca para 5,000 parasitoides; hieleras de hielo seco para contener entre 30 y 50 mil parasitoides en sus respectivos contenedores y geles refrigerantes de 500 y 1000 gramos, libreta y tabla de campo, así como lápiz y bolígrafo.

Para los depredadores se utilizan contenedores de polietileno de 1,000 ml para 1,000 depredadores, contenedores de polietileno de 1,500 ml para 5,000 depredadores.

Síntesis

Las acciones son realizadas por la Campaña contra la Cochinilla Rosada del Hibisco, personal técnico de la Junta Local de Sanidad Vegetal del Sur del Estado, CESAVESIN y supervisadas por técnicos de la Direc-

ción General de Sanidad Vegetal.

Se están monitoreando 25,000 hectáreas y muestreo directo en 800 hectáreas en zonas urbanas, considerando los hospederos preferenciales como obeliscos, algodones, parotas y guanábanos.

Se han instalado 40 trampas con dispositivos de feromonas propias para esta plaga.

Por considerar que la mejor estrategia es control biológico, se han liberado hasta la fecha 485,000 parasitoides de *Anagyrus Kamali* en una superficie de 200 hectáreas, en los poblados de La Concha, Copales y Palmillas, municipio de Escuinapa, Sinaloa.

Es de suma importancia informar que la presencia de esta plaga únicamente está presente en plantas ornamentales y áreas urbanas.