

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

SAGARPA



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



GOBIERNO
DEL ESTADO
DE SINALOA

VI Jornada de transferencia de tecnología en mango



MEMORIA DE
CAPACITACIÓN

VI Jornada de transferencia de tecnología en mango

Memoria

ÍNDICE

Importancia de la poda en el cultivo del mango: tipos e intensidad de poda.....	7
Manejo integrado para adelantar la floración en mango.....	23
Fertilización bioinorgánica de mango.....	45

Importancia de la poda en el cultivo del mango: tipos e intensidad de poda

María Hilda Pérez Barraza*
Luis Martín Hernández Fuentes*

INTRODUCCIÓN

México es actualmente el cuarto productor mundial de mango y el principal exportador, y Nayarit figura como uno de los productores y exportadores más importantes del país (es el frutal más importante en este estado, con más de 22 mil hectáreas).

Un diagnóstico realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para conocer la situación del mango en Nayarit, indicó que más de 50 % de los huertos tienen entre 10 y 20 años de edad y 17 % tienen entre 21 y 30 años de edad.

En Nayarit, la poda del mango era una práctica poco usual: anteriormente, menos de 5 % de los productores la realizaban, y la hacían de manera empírica, ya que no se había generado tecnología de poda en mango, ni en la localidad ni en el país. Actualmente, más de 50 % de los productores realiza esta práctica.

Por otro lado, la edad de los huertos, las condiciones ambientales y la falta de poda ocasionan la presencia de huertos cerrados o “emboscados” (Figura 1) por el gran tamaño que han alcanzado los árboles, lo que resulta en un manejo difícil y costoso, mayor incidencia de plagas y enfermedades; además, la fruta se obtiene solo en la parte superior del árbol, situación que dificulta la cosecha y la producción se reduce hasta

*Investigadores del Campo Experimental Santiago Ixcuintla del INIFAP.

en 80 %, y los frutos cosechados son de mala calidad.

En Colima realizaron investigaciones de poda para este tipo de huertos y fue mecanizada. Sin embargo, esta información no puede ser extrapolada para aplicarse en Nayarit u otros estados, ya que las condiciones climáticas son diferentes y, por lo tanto, el vigor que alcanzan los árboles también difiere; debido a esto, la tecnología de poda debe ser generada en cada región productora.



Figura 1. Huerto con copas cerradas (A) provocando sombreo excesivo en las partes bajas y árbol de mango de gran tamaño (B).

Por otro lado, en Nayarit se cultivan diversos cultivares de mango, algunos de los cuales por sus hábitos de crecimiento tienden a ramificar bien, y en forma natural forman una copa más o menos bien equilibrada; sin embargo, otros requieren de la poda desde el principio, ya que por su escasa ramificación tienden a producir copas muy poco pobladas, es decir, con escasez de ramas y con pocos puntos de fructificación, tal es el caso del cultivar Ataúlfo (el más importante en el estado) y del Keitt.

La falta de tecnología de poda en el estado fue motivo suficiente para generar tecnología sobre el tipo y la intensidad de poda del mango, y así lograr una más alta productividad y rentabilidad del mango Ataúlfo.

¿QUÉ ES 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. La poda puede ser definida como un conjunto de operaciones (cortes y despuntes) que se realiza en los árboles para modificarlos regulando el desarrollo de los árboles en función de la producción y consiguiendo un equilibrio fisiológico hacia el crecimiento vegetativo.

La poda constituye por sí misma la labor más importante en los frutales que debe realizarse, ya que de ella depende el éxito que se desea alcanzar. Es común que sea desconocida para la mayoría de los productores, ya que no es una labor normal de la agricultura, sino un factor independiente y nuevo que debe ser aprendido y aplicado.

ANTECEDENTES

Por muchos años se difundió la creencia de que los frutales tropicales, como el mango, por sus hábitos de crecimiento no requerían de poda. Otra postura común refiere que este frutal bajo condiciones normales tiende a formar una copa bien balanceada, por lo que recomienda en los primeros años realizar una poda de formación muy ligera.

La llamada poda de mantenimiento señala que la poda que se realiza en mango es rutinaria, y se limita a eliminar ramas enfermas o atacadas por plagas y aquellas que estén quebradas, que entorpezcan el paso de la maquinaria o dificulten las labores culturales, sin embargo, con el tiempo, se demostró su ineficacia.

FINALIDAD DE LA PODA

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 eficientemente la plantación, rejuvenecer los árboles y recuperar la productividad y calidad perdida, mantener la productividad año tras año, favorecer la captación de luz y tener una ventilación adecuada del huerto que minimice los riesgos de plagas y enfermedades.

Cuando los árboles han sido podados desde su plantación y cada año se realiza la poda, el productor logra rendimientos más elevados, mejor calidad de la fruta, la cosecha se realiza más fácilmente, al mantener árboles de porte bajo, mayor sanidad, árboles con más vida productiva y, por lo tanto, mayor ingresos económicos.

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

1. La formación correcta del árbol para que adquiera una estructura fuerte y resistente: las ramas deben quedar bien distribuidas a lo largo del tronco para que no se quiebren, reciba mucha luz y sean muy productivas.
2. Mantener la productividad de los árboles durante muchos años con una buena producción, evitando así la cosecha alternada; es decir, años de baja cosecha y otros con exceso de fruta.
3. Evitar que los árboles se avejenten pronto, dando 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 cual no hay incremento en la fotosíntesis del cultivo. Por esto, con el desarrollo excesivo de IAF se ocasiona un sombreamiento de las partes bajas de los árboles y la productividad es disminuida, pudiendo reducirse a cero. Una alternativa para restablecer el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo lo constituye la poda.

En naranjo se ha observado que pasado los primeros 10 años de vida de los árboles 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 kilogramos (kg) de fruta por cada metro cúbico (m³) del incremento en volumen de la copa.

ÉPOCA E INTENSIDAD DE PODA

Dos aspectos importantes a considerar antes de realizar la poda, son la época y la intensidad en que debe realizarse. Muchos investigadores reconocen que la mejor época para realizar la poda es inmediatamente después de la cosecha. Lo anterior debido a que mientras más temprana se haga, 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. Por el contrario, cuando la poda es tardía o muy tardía, 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; indicando que esta práctica propició que los árboles presentaran un gran número de crecimientos vegetativos y una floración más uniforme, aunque ligeramente retrasada, pero la producción de fruta por árbol no fue afectada negativamente por la poda. El éxito de esta práctica lo atribuyen a la obtención de nuevos crecimientos vegetativos y a la capacidad de estos 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, según Chadha y Pal (1985), eliminando de 15 al 20 % de crecimiento vegetativo en mango por medio de la poda, se favorece la relación entre la raíz y parte aérea del árbol, ocasionando un balance óptimo de citocininas-giberelinas para promover la floración

cada año. Gil y colaboradores (1998) evaluaron tres intensidades de poda (20, 30 y 40 cm) en mango Haden indicando que la poda no afectó la floración y fructificación.

RESPUESTA DE LOS ÁRBOLES A LA INTENSIDAD DE LA PODA

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

Poda excesiva

Una poda excesiva o severa (cortes de ramas gruesas de más de 2 pulgadas de diámetro) da lugar a un abundante crecimiento vegetativo (Figura 2), 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 esta es mayor en las ramas nuevas y delgadas que en las viejas y gruesas. Normalmente se aplica en árboles con copas cerradas o en árboles viejos e improductivos (Figura 3).



Figura 2. Poda severa en árboles con copa cerrada, dejando solo el esqueleto del árbol. La producción se obtiene al segundo año de podado.



Figura 3. Poda muy severa (o descopado) aplicada a árboles viejos y avejentados, la producción se tiene hasta el tercer o cuarto año de podado.



Figura 4. Poda ligera en árboles productivos, la producción no es afectada.

Poda ligera

Una poda ligera (cortes de 0.50 a 0.75 metros de longitud en ramas menores de 2 pulgadas de diámetro) da lugar a una brotación adecuada (Figura 4), es decir, después de la poda se producirán de tres a seis nuevos crecimientos vegetativos, los cuales madurarán el mismo año de realizada la poda y darán lugar a la producción del siguiente año.

Esta poda no disminuye la producción, pero sí pudiera retrasarla dependiendo de la época en que se realice. Se aplica en árboles en producción para mantener la productividad de los árboles año con año, así como para mantener el árbol de un tamaño adecuado y facilitar el manejo de los mismos.

TIPOS DE PODA

Respecto al tipo de poda, dos enfoques son importantes resaltar: el manejo de árboles individuales y el manejo de filas de árboles. En ambos casos la finalidad es la mayor captación de luz que sea transformada en frutos.

Diversos tipos de poda pueden ser utilizados, dando diferentes arquitecturas al árbol. En la poda piramidal, también conocida como poda tipo pino (Figura 5), un árbol que es más ancho en su base que en la punta, tiene la mayor área foliar expuesta a la luz solar y, por lo tanto, será más eficiente en transformar esa energía en flores y fruto.

Otro tipo de arquitectura es la de tipo palmeta (Figura 6) o cuadrada, que en realidad consiste en formar un cubo con la copa del árbol. Existen opiniones que señalan que es más eficiente la forma de muralla o poda en setos, que puede ser de tipo piramidal o en palmeta.

En cualquier caso, es necesario considerar la distancia de plantación utilizada y la altura de los árboles, ya que los árboles adyacentes pueden sombrear grandes áreas de las copas y volverlas improductivas. Se considera que la altura máxima que debe tener un árbol para evitar el sombreado de los árboles contiguos debe ser de 80 % de la distancia de plantación utilizada.

Poda tipo pino

La porción superior de los árboles debe ser más angosta que la base (Figura 5), de lo contrario, la parte alta sombreará completamente las partes bajas. Si la parte alta es más ancha las copas se entrecruzarán, ocasionando un sobrante de las partes bajas, en las cuales se pierde la producción, lo cual aumenta los problemas fitosanitarios e incluso puede causar la muerte de ramas bajas.



Figura 5. Árboles de mango podados en tipo pino.

La finalidad de este tipo de poda es lograr que la luz sea interceptada mediante una máxima exposición de la mayor cantidad del follaje posible; un árbol necesita captar entre 30 y 50 % de luz solar disponible para su funcionamiento normal.



Figura 6. Árboles de mango podados tipo palmeta.



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

RESULTADOS OBTENIDOS EN NAYARIT EN TIPOS DE PODA

En Nayarit, se evaluaron diferentes tipos de poda como:

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.

Después de la aplicación de los tratamientos de poda, hubo un flujo vegetativo que varió en intensidad de 19 a 66 %, siendo más intenso en árboles con poda tipo piramidal o pino; la brotación vegetativa en los árboles testigo fue de 40 % (Cuadro 1). 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, ya que las partes con deficiencia de luz solar no florecen.

En el aspecto productivo (Cuadro 2), a pesar de que no hubo diferencias entre los tratamientos, se observa que los árboles testigo tuvieron menos frutos por árbol y el rendimiento más bajo, con 10.86 kg; mientras que los árboles podados tuvieron más frutos y su producción osciló entre 28.91 y

75.45 kg, es decir, superaron ampliamente a los testigos.

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

Tipo de poda	Brotación vegetativa (%)	Floración (%)
1	66.00 a*	58.00 a
2	31.40 b	68.00 a
3	47.00 ab	39.40 a
4	39.00 ab	44.00 a
5	19.00 b	60.00 a
6	22.00 b	47.00 a
7	40.00 ab	37.00 a

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

Cuadro 2. Efecto del tipo de poda sobre los aspectos productivos de árboles adultos de mango cultivar Ataúlfo en la primer cosecha.

Tipo de poda	Frutos por árbol (número)	Rendimiento (kilogramos por árbol)	Peso promedio del fruto (gramos)
1	177.00 a*	48.85 a	271 b
2	299.00 a	75.45 a	257 b
3	108.00 a	31.32 a	286 ab
4	162.60 a	40.70 a	262 b
5	264.00 a	63.32 a	252 b
6	116.60 a	28.91 a	261 b
7	33.00 a	10.86 a	321 a

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

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

De acuerdo a estos resultados, se concluye que la poda afectó la brotación vegetativa, y los árboles con poda individual tipo pino fueron los que tuvieron mayor intensidad de brotación (75 %). La intensidad de floración no fue afectada por los tipos de poda realizados, y el rendimiento por árbol no fue afectado por los tipos de poda a que fueron sometidos.

El peso promedio del fruto fue mayor en los árboles sin podar en comparación con los árboles podados en sus diversas modalidades. Los

árboles testigo tuvieron el rendimiento más bajo.

RESULTADOS OBTENIDOS EN NAYARIT EN INTENSIDAD DE PODA

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

Intensidades de poda o tratamientos:

1. Podar 50 centímetros (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.

En el Cuadro 3 se observa que la brotación vegetativa fue más intensa en árboles con mayor intensidad de poda, y estos árboles también tuvieron brotes de mayor longitud; resultados lógicos, ya que a mayor intensidad de poda se espera tener más brotes y de mayor vigor. No obstante, en todos los árboles podados los brotes vegetativos fueron más largos y variaron de 29 a 31 cm; y 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.

La intensidad de floración de árboles con poda más severa (16.5 %) fue la más baja: esto tuvo como consecuencia una menor producción de frutos y menor rendimiento (Cuadro 4). Lo anterior indica que tiende a haber una relación directa de la intensidad de poda y la brotación vegetativa y longitud de brotes; por el contrario, existe la tendencia de una relación inversa con la floración.

Cuadro 3. Efecto de la intensidad de poda sobre la brotación vegetativa y floración en árboles adultos de mango Ataúlfo.

Intensidad de poda (cm)	Brotación vegetativa (%)	Longitud de brotes (cm)	Floración (%)
50	37.17 ab*	29.00 a	40.83 a
75	25.00 b	27.96 a	49.17 a
100	74.17 a	31.25 a	16.50 a
Sin poda	57.67 ab	18.21 b	40.83 a

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

El ciclo 2005-2006 fue un año atípico en dicho huerto, ya que la floración fue muy escasa, esto tuvo un efecto marcado en la producción de fruto

en todos los tratamientos, incluso en el testigo; esto, posiblemente, fue debido a 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 kilogramos por árbol, mientras que en árboles con intensidad de poda ligera y moderada fue de 56 y 57 kg, respectivamente; el testigo produjo 68 kilogramos por árbol (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la intensidad de poda sobre el rendimiento y peso del fruto de mango Ataúlfo.

Intensidad de poda (cm)	Frutos por árbol (número)	Rendimiento (kilogramos por árbol)	Peso promedio del fruto (gramos)
50	192.83 a*	55.74 a	300 a
75	190.00 a	57.56 a	301 a
100	79.83 a	22.95 a	288 a
Testigo (sin podar)	246.67 ^a	68.22 a	298 a

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

La tendencia a que los testigos tengan mayores rendimientos que los árboles podados, es debido a que son árboles de mayor tamaño y a que aún tienen sus copas separadas, lo cual se invertirá cuando los árboles se junten y crucen sus copas. Por el contrario, en árboles podados con ligera y moderada intensidad, con la poda 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. El peso promedio del fruto fue muy similar en los árboles de los diferentes tratamientos.

De acuerdo a estos resultados, se puede concluir que la poda más severa de las ramas tuvo 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.

INSTRUMENTOS DE PODA PARA TIPOS E INTENSIDAD

Tijeras de mango corto

Deben ser de la mejor calidad posible, con muy buen filo para que se realicen cortes limpios que no maltraten los tejidos ni los desgajen. Con estas tijeras pueden ejecutarse cortes de más de una pulgada de diámetro. En huertos bien atendidos, con árboles de tamaño pequeño, donde año

con año se realizan podas, este debe ser casi el único instrumento usado, ya que no habrá necesidad de realizar cortes gruesos. Son utilizadas para las diferentes intensidades de poda.

Tijeras de mango largo

También llamados tijerones: se emplean para hacer cortes de ramas que se encuentran a mayor altura o para ramas más gruesas (mayores de una pulgada de diámetro). Se manejan con ambas manos y, debido a su mayor brazo de palanca, se pueden realizar con mayor facilidad los cortes gruesos. También utilizado para diferentes intensidades de poda.

Serruchos curvos

Son necesarios cuando hay que realizar cortes mayores en ramas secas o avejentadas. La forma de esta herramienta es precisamente para no golpear o maltratar ramas cercanas a la que se está podando. El serrucho se maneja siempre en un solo sentido de afuera hacia adentro; es decir, de la base del serrucho hacia la punta.

Motosierra telescópica

La motosierra telescópica se utiliza cuando se tienen árboles de tamaño grande (6 -12 metros) y se requiere bajar el porte de los mismos; los cortes realizados son en ramas gruesas. Puede utilizarse para los diferentes tipos de poda.

Motosierra

Se utiliza cuando se quiere recuperar la productividad de árboles avejentados e improductivos. Con este equipo se realizan cortes demasiaos gruesos, ya que para rejuvenecer los árboles es necesario descoparlos (eliminar la copa).

Podadoras mecánicas

Consisten en cuchillas mecánicas que se adaptan a un tractor. Se utilizan normalmente cuando se tienen huertos muy grandes y un limitado tiempo para realizar la poda y lograr mejores resultados.

BIBLIOGRAFÍA

Avilán, L., Leal, F. y Bautista, D. 1992. Manual de fruticultura. Editorial América. Caracas, Ven. 189 p.

Avilán, L., Rodríguez, M. y Ruiz, J. 2000. El mango se poda: ¿por qué, cuándo y cómo?. Divulga No. 65. FONAIAP. 7 p.

Avilán, L., Azkue, M., Rodríguez, M., Ruiz, J. y Escalante, H. 2003. Efecto de la poda y el empleo de un regulador del crecimiento sobre el inicio de la floración del mango. *Rev. Fac. Agron.* 20(4):1-10.

Calderón A., E. 1989. La poda de los árboles frutales. 3ª. Edición, Ed. LIMUSA S. A. de C. V. México. 549 p.

Calderón A. E. y J. G. Lorenzana S. 1983. Manual de poda de árboles frutales de hoja caduca. Colegio de Postgraduados. CEICADAR. 53 p.

Chacko, E.K. 1986. Physiology of vegetative and reproductive growth in mango (*Mangifera indica* L.) trees. In Proc. First Australian mango Wksqp. Queensland. CSFRO. Melbourne, Australia. 64 p.

Chadha, K. L., Pal, R. N. 1985. *Mangifera indica*. In: AH. Halevy (Ed) Hand book of flowering, CRC, p 18.

Galán, S. V. 1998. Situación mundial de la cadena productiva del mango. Memorias del 1er. Foro Internacional de Mango. FIRA. Mazatlán, Sinaloa, pp. 1-17.

Gil, P. M., Sargent, E. y Leal, F. 1998. Efectos de la poda sobre variables reproductivas y de calidad en mango. *Biagro* 10(1):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.PDF.

Medina-Urrutia.V.M., Nuñez-Elisea, R. 1996. Mechanical pruning to control tree size, flowering and yield of mature Tommy Atkins mango trees. *Acta Horticulturae* 455(1):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. 1994. Pruning of sensation mango trees to maintain their size and effect uniform and later flowering. *Ybk. South Afr. Mango Grower's Assoc.* 5: 21-25.

Oosthuyse, S. A. 1993. Mango tree spacing trends and options for yield improvement with special reference to South Africa. *J. S. Afr. Soc. Hort. Sci.* 3:92-96.

Pérez, B. M. H., Vázquez, V. V.; Osuna, G. J. A., Ríos, T. A y López, A. J. G. 2007. Diagnóstico del cultivo del mango en Nayarit. Folleto Técnico Núm. 7. SAGARPA-INIFAP-CESIX, 43 p.

Ram, S. 1993. Factors effecting mango tree architecture. *Acta*

Horticulturae 341:177-191.

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, 10 p.

Silva do A. J. A., Dias, M. V y Carmo do, M. M. A. 2002. Indução Floral. Em: A Cultura de Mangueira. Carvalho do, G. P. J. y Queiroz do, P. A. C. (Eds.). EMBRAPA Informação Tenológica, Brasília, D. F. Br. Pp 261-276.

Simão, S. 1998. Tratado de fruticultura. piracicaba, SP.FEALQ, 760 p.

Singh, L. B. 1969. Mango (*Mangifera indica* L.). In: Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Ferweda F. P. and F. Wit (Eds). Wageningen. pp. 309-327.

Stassen, P., Groye, H. and Davie, S. 1999. Tree shapping strategies for higher density mango orchards. *Journal of Applied horticulture* 1(1):1-4.

Turrell, F. 1961. Growth of the photosynthetic ares of citrus. Botanical Gazzette. 122:284-298.

Tustin, D. S. 2000. The evolution of central leader apple tree management in New Zealand. *Compact fruit tree* 23(3):83-92.

Wheaton, T., Castle, O., Tocker, O. and Whitney, C. 1978. Concepts higher density plantings for Florida citrus. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 91:27-33.

Wunche, J. N., Lakso, A. N. 2000. Apple tree physiology – implication for horchard and tree management. *Compact fruit tree* 33(3): 82-88.

Manejo integrado para adelantar la floración en mango

María Hilda Pérez Barraza*
Mario A. Urías López*
Rafael Gómez Jaimes*

INTRODUCCIÓN

El mango es uno de los frutales tropicales más importantes, se cultivan 182 mil hectáreas y se obtiene una producción de 1.72 millones de toneladas. Después de India y China, México es el tercer productor mundial, junto con Indonesia y Tailandia. En 2009, México exportó 223 mil toneladas, correspondientes a 13.02 % de su producción, con un valor de 124.12 millones de dólares. Nayarit es uno de los estados productores y exportadores más importantes de mango en el país, además de ser esta especie el principal frutal en el estado (más de 22 mil hectáreas, de las cuales más de 10 mil son cultivadas con mango Ataúlfo, único cultivar de origen mexicano con calidad de exportación).

En Nayarit, las condiciones climáticas tan cambiantes que se han presentado en los últimos cinco años, han provocado un comportamiento fenológico¹ muy complejo en todos los cultivares de mango, incluyendo el Ataúlfo, el cual es actualmente el más importante. Lo anterior se ha reflejado en una fuerte disminución del rendimiento, baja calidad del fruto y una alta presencia de frutos sin semilla o “mango niño”: como consecuencia, en años recientes el volumen de exportación en el estado

*Investigadores del Campo Experimental Santiago Ixcuintla del INIFAP.

1 Fenología: aspecto de la biología que estudia los fenómenos ajustados a cierto ritmo periódico, como la floración, la maduración de los frutos, etc.

ha disminuido fuertemente.

ANTECEDENTES

En 2008, la presencia de temperaturas menores de 10 grados centígrados (°C) durante el periodo de floración, propiciaron en la mayoría de los cultivares —entre ellos el Ataúlfo— floraciones abundantes y concentradas en un periodo específico. Sin embargo, en algunos huertos ocurrió poco amarre de frutos y en otros una abundante formación de frutos sin semilla. Al siguiente año (2009) precipitaciones prolongadas (hasta noviembre) de hasta 800 milímetros (mm) anuales más que el año anterior, ocasionaron altos contenidos de humedad del suelo y el ambiente (Figura 1).

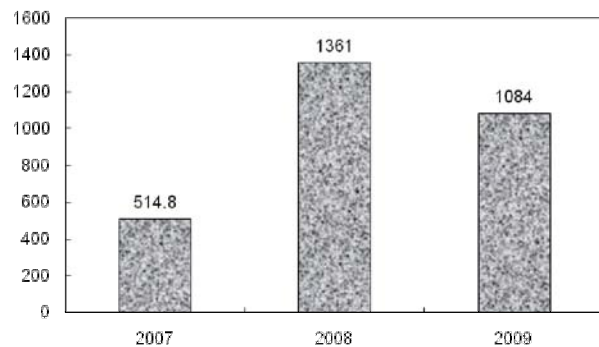


Figura 1. Precipitación anual (mm) registrada durante 2007, 2008 y 2009 en Tecuala, Nayarit.

Además, la falta de temperaturas frescas durante los meses de noviembre-enero provocaron floraciones erráticas, y en algunos casos nula, en los diversos cultivares de mango, lo anterior debido a que el proceso de la diferenciación floral no se llevó a cabo adecuadamente. Como se observa en la Figura 2, la floración de Ataúlfo no llegó a 30 % (promedio estatal), mientras que en los cultivares rojos esta varió de 11 a 22 %. Estos cambios climáticos están afectando fuertemente la fenología y fisiología reproductiva del mango, lo que a su vez afecta el rendimiento y la calidad del fruto.

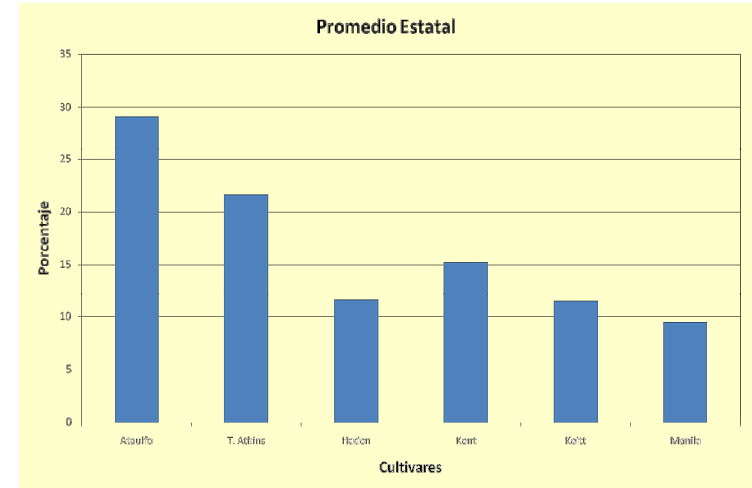


Figura 2. Porcentaje de floración (B) por cultivar de mango en el 2009 en el estado de Nayarit.

En el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se han generado tecnologías que pueden asegurar una floración abundante y adelantada hasta en 30 días antes de la época normal, aun sin condiciones inductivas. Sin embargo, para adelantar la floración, mejorar la polinización y asegurar el amarre de frutos se debe usar un paquete integral de manejo. Las prácticas culturales claves para el funcionamiento de estos sistemas son: la aplicación de paclobutazol (PBZ), el uso de la poda, la fertilización, la aspersión al follaje de nutrientes (como el boro), la prevención y combate adecuado de plagas y enfermedades.

La diferencia de esta tecnología en comparación con la tradicional es que cada práctica es realizada en momentos específicos para favorecer o inhibir un determinado proceso fisiológico del árbol. Una ventaja de estos sistemas de manejo es que permiten manipular el crecimiento vegetativo y la floración, y así obtener cosechas fuera de la época normal. Estos sistemas integrales de manejo son utilizados en países tecnificados y que son actualmente altamente competitivos en la industria del mango, como India, Tailandia y Brasil.

El objetivo de este documento es dar a conocer las diferentes tecnologías que se han generado en Nayarit para modificar la época de floración y cosecha del mango, de tal manera que se puedan obtener floraciones abundantes y anticipadas, incluso bajo condiciones no inductivas a floración.

ESTIMULACIÓN DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO

El manejo integrado debe iniciar inmediatamente después de la cosecha con las prácticas de poda de producción y fertilización. Los objetivos de estas prácticas son que el árbol recupere los nutrientes que el fruto extrajo durante la cosecha, así como favorecer y uniformizar el crecimiento vegetativo, el cual es necesario para manipular la floración que dará lugar a la producción del siguiente ciclo. A continuación se describen estas prácticas.

Poda de producción

IMPORTANCIA Y ÉPOCA

La poda es fundamental durante toda la vida del árbol y en todos los cultivares de mango. Esta práctica es de utilidad para controlar el tamaño del árbol a una altura que permita manejar eficientemente la plantación y mantener la productividad año con año, ya que de no hacerlo, los árboles al juntar sus copas disminuirán su producción y envejecerán prematuramente.

Además, con esta poda se favorece la captación de luz y ventilación en el huerto, minimizando los riesgos de plagas y enfermedades. La poda realizada después de la cosecha es necesaria para favorecer y uniformizar el crecimiento vegetativo que dará lugar a la producción del siguiente ciclo. Cuanto más tarde se realice después de la cosecha, la respuesta del brote vegetativo será también tardío, lo que afectará la floración del siguiente año, ya sea retrasándola o inhibiéndola. Existen diferentes tipos de poda de producción, según la edad o condición del huerto, es por ello que la poda debe ser específica para cada huerto.

PODA DE DESPUNTE

En árboles donde las copas están separadas, se sugiere podarlos y mantenerlos con una altura máxima de 4 a 5 metros, realizar despuntes de ramas alrededor de la copa (con un grosor máximo de una pulgada), deben eliminarse de 70 a 80 cm de la punta del brote hacia la base.

Despuntes más severos (ramas de más de una pulgada de grosor y/o despuntes de hasta un metro de la misma) pueden ocasionar un retraso en la floración del siguiente año, o inclusive inhibirla. Este tipo de poda permite también controlar el tamaño del árbol sin afectar la producción de fruto, pero sobre todo favorece el crecimiento vegetativo.

PODA TIPO PINO

En este tipo de poda conocida también como piramidal (por la forma del árbol), la porción superior de los árboles debe ser más angosta que la base:

la finalidad es lograr que la luz sea interceptada mediante una máxima exposición de la mayor cantidad del follaje posible. Un árbol necesita captar entre 30 y 50 % de luz solar disponible para su funcionamiento normal, y para favorecer el crecimiento vegetativo, indispensable para la producción del siguiente ciclo, lo cual incrementa la producción y mejora la calidad del fruto.

CÓMO REALIZARLA

Para llevar a cabo esta práctica deben utilizarse podadoras de extensión o mecánicas. La altura máxima debe ser de 4 a 6 metros; posteriormente, se realizan despuntes de ramas con un diámetro de hasta una pulgada alrededor de la copa del árbol, pero con una inclinación de la podadora o cuchillas con un ángulo de 45 a 55 grados, para lograr que la parte de arriba sea más angosta que la base, lo cual le da la forma de pino o piramidal.

FERTILIZACIÓN

El mango, al igual que el resto de las plantas superiores, requiere nutrimentos esenciales para su crecimiento y desarrollo. La fertilización es una práctica importante en el manejo del mango, y tiene como objetivo aumentar la concentración de nutrientes en la solución del suelo cuando no existe suficiente cantidad de estos para satisfacer las demandas nutrimentales del cultivo, de esta manera el árbol recupera los nutrientes que la cosecha anterior extrajo. Además, la fertilización favorece el crecimiento vegetativo.

Dado que todavía no se tienen resultados de investigaciones bajo las condiciones nutrimentales de los suelos cultivados con mango en el estado, es necesario la aplicación de al menos los elementos esenciales (nitrógeno, fósforo y potasio) en tanto se tengan resultados experimentales para definir una fórmula acorde a las necesidades de cada huerto.

En árboles en producción se sugiere aplicar de 3 a 5 kg de la fórmula Triple 17 enriquecida con nitrógeno (urea) y potasio (sulfato de potasio), elementos importantes para el desarrollo del árbol y la calidad del fruto. Se mezclan tres sacos de 50 kg de Triple 17 por uno de urea y uno de sulfato de potasio, de esta mezcla aplicar la cantidad anteriormente señalada de acuerdo al tamaño del árbol. El fertilizante deberá ser fraccionado en dos aplicaciones. En huertos de temporal aplicar la mitad del fertilizante al inicio de lluvias y la otra al final. En huertos con riego, una después de la cosecha y otra en plena floración.

INHIBICIÓN DE NUEVO CRECIMIENTO VEGETATIVO Y MADURACIÓN DE BROTES

Después de estimular el crecimiento vegetativo a través de la poda y fertilización, es conveniente evitar futuros flujos de crecimiento y madurar los brotes formados anteriormente. Para ello la aplicación de PBZ es fundamental.

¿Qué es el PBZ?

Es un retardante del crecimiento, ampliamente usado para reducir el tamaño de los árboles con resultados satisfactorios en una gran cantidad de frutales tanto de clima templado como tropicales. Ha sido evaluado en diversos cultivares de mango propiciandole efectivamente la reducción del vigor del árbol, debido a una disminución en la elongación de los tallos.

Pertenece al grupo de los triazoles, que retardan el crecimiento vegetativo debido a que interfieren bloqueando la síntesis de giberelinas. Afecta también a otras hormonas, por ejemplo reduce el nivel de ácido abscísico, etileno y ácido indolacético, y aumenta el de citocininas.

El PBZ, además de reducir el crecimiento vegetativo, también modifica el comportamiento de floración y fructificación, adelantándolas.

¿Cómo y cuándo aplicarlo?

Después de la cosecha, una vez realizada la poda y la fertilización, se tiene un flujo importante de crecimiento vegetativo. Es precisamente después de generarse este flujo de crecimiento cuando debe aplicarse el PBZ al suelo.

Se recomienda aplicar 1 a 2 mililitros (mL) de producto comercial por metro lineal de diámetro de copa. La mejor época es aplicarlo de 90 a 120 días antes de la floración normal. Para Nayarit, esto debe ser de julio hasta el 15 de septiembre, como fecha límite de aplicación. Se debe considerar que el suelo cuente con suficiente humedad al momento de la aplicación. El producto se disuelve en 3 litros (L) de agua, y es aplicado alrededor del tallo (bañando el tronco). Antes de la aplicación debe asegurarse que alrededor del tronco esté libre de toda hojarasca y maleza (Figuras 3 y 4). Este producto funciona perfectamente en los cultivares Ataúlfo, Tommy Atkins y Manila.



Figura 3. Área libre de hojarasca y maleza alrededor del tronco para la aplicación del producto.



Figura 4. Aplicación del PBZ en la base del tronco. Se aplica bañando o mojando el tronco a una altura de 30 cm de la base del suelo.

ROMPIMIENTO DEL LETARGO

Una vez obtenida la producción de brotes vegetativos mediante la poda y fertilización, y que estos han sido madurados o detenido su crecimiento con el PBZ, se puede recurrir a estimular el rompimiento del letargo de la yema apical para dar lugar a la floración. Una de las técnicas más utilizadas ha sido la aspersión de nitratos.

En México, existen muchos trabajos en mango enfocados a adelantar la floración con nitratos de amonio o de potasio, incluyendo estudios realizados en Nayarit. No obstante, al validar las tecnologías en huertos comerciales el efecto fue muy errático, ya que dependía básicamente de la edad del brote y condiciones ambientales al momento de las aplicaciones.

Antiguamente se mencionaba que el nitrato de potasio (KNO_3) inducía el proceso de diferenciación floral; no obstante, años después se observó que dependiendo de la época de aplicación algunos brotes responden con crecimiento vegetativo y otros con floración, lo que indica que el KNO_3 no tiene influencia en el proceso, sino que únicamente estimula la brotación de la yema, sea vegetativa o floral.

Es por ello que en Nayarit no se recomienda como estimulante de la floración, sino solo para romper el letargo de las yemas ya diferenciadas (es decir, listas para producir una inflorescencia).

Por otro lado, en el cultivar Ataúlfo y Manila, estudios realizados por tres años mostraron que la aplicación de PBZ solo, estimula la floración iniciando hasta 30 días antes que en aquellos árboles donde no se aplica prescindiendo de la aplicación de nitrato. No obstante, podría ser utilizado como una manera de uniformizar la floración al inicio de la misma.

SANIDAD DEL CULTIVO

En mango, algunos desórdenes genéticos, deficiencias de nutrientes y, sobre todo, factores adversos como el clima (temperatura y humedad) producen condiciones que favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades.

Las principales enfermedades en mango son causadas por hongos, algunas se presentan todos los años (endémicas) y están ampliamente distribuidas. Ejemplos de enfermedades endémicas son: la escoba de bruja, la antracnosis, la cenicilla y la fumagina. Otras enfermedades se localizan en lugares específicos, y pueden ser esporádicas como son los casos de la muerte descendente, el cáncer del tronco, la pudrición tejana, la roña y las manchas foliares.

Con relación a las plagas, existen varias especies de insectos fitófagos, pero no todas causan daños de importancia económica al cultivo. Dependiendo de la especie, las plagas del mango pueden causar daños continuos o esporádicos al follaje, al tronco o directamente a los frutos. Las principales plagas a considerar son las siguientes: la mosca de la fruta, la escama blanca y los trips.

Sanidad durante la floración y desarrollo del fruto

Durante el periodo de floración y desarrollo del fruto del mango pueden ocurrir diferentes problemas que son ocasionados por enfermedades y plagas, si estos no son atendidos a tiempo pueden reducir drásticamente el rendimiento y la calidad del fruto.

Control de enfermedades

La mayoría de las enfermedades que afectan mango son provocadas por hongos, algas y bacterias; sin embargo, las dos principales enfermedades que directamente pueden reducir el rendimiento y la calidad, son la antracnosis y la cenicilla.

ANTRACNOSIS (*COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES* PENZ.)

Esta enfermedad es encontrada en todas las áreas productoras de mango en el mundo, y es la enfermedad más importante en climas con alta precipitación y humedad. Causa daños considerables en las panículas (espigas) florales, hojas y frutos (Figura 5).

Los frutos de todas las etapas pueden ser afectados. En frutos jóvenes, infecciones severas pueden provocar aborto o abscisión, sin embargo las mayores pérdidas pueden ocurrir en frutos maduros en poscosecha.

En inflorescencias, los síntomas inician con manchas diminutas, las cuales pueden coalescer² y eventualmente producir lesiones en flores y frutos, provocando una apariencia marchita y atizonada (quemada). Bajo condiciones favorables para el desarrollo del patógeno todas las flores de la panícula pueden perderse. En frutos inmaduros se desarrollan diminutas manchas oscuras que usualmente no se agrandan hasta después de cosecha. Los síntomas más visibles e importantes se observan en frutos maduros.

Las medidas de control en huertos comerciales de mango son necesarias. Varios fungicidas sistémicos y no sistémicos (de contacto) controlan la antracnosis, pero el momento y frecuencia de las aplicaciones son de suma importancia. Los requerimientos para las medidas de control son más adecuados durante la floración y desarrollo del fruto.

Aplicaciones poco antes o al inicio de la floración incrementa el amarre de fruto; aplicaciones subsecuentes (hasta que el fruto tiene 4 o 5 cm de largo) en intervalos recomendados, reducen la enfermedad en frutos de pre y poscosecha. Los fungicidas de contacto más utilizados son el hidróxido de cobre, mancozeb y clorotalonil. Por otra parte, algunos de los fungicidas sistémicos que han mostrado buen efecto de control son el azoxystrobin, tiofanato metílico, benomil y tiabendazol.

CENICILLA (*OIDIUM MANGIFERAE* BERTHET)

Esta enfermedad estuvo presente en India antes de 1874, y ahora es conocida en todas las regiones del mundo donde se cultiva el mango,

² La coalescencia es la posibilidad de dos o más materiales de unirse en un único cuerpo.



Figura 5. Síntomas de antracnosis en inflorescencias (A), tallos y ramillas (B) y frutos (C y D).

siendo este frutal el único hospedero (solo el mango puede ser afectado por este hongo).

La enfermedad puede producir pérdidas por arriba de 80 %, afecta hojas, panículas y frutos jóvenes. Pérdidas significativas pueden ocurrir cuando afecta amarre de fruto o frutos en desarrollo.

Cuando las panículas (flores, tallos florales y frutos jóvenes) son infectadas, estas se cubren de un polvo blanquecino (desarrollo del patógeno). Las flores y frutos infectados eventualmente se tornan oscuros y se secan (Figura 6). Los síntomas están frecuentemente restringidos a los brotes laterales de la inflorescencia donde las flores están concentradas. Las infecciones en flores y frutos frecuentemente causan aborto y caída. Los frutos que llegan a ser infectados después del amarre, desarrollan manchas de color café rojizo, que luego se cuarteán para formar un tejido corchoso. La etapa de floración plena es la más susceptible a la infección. Los nuevos brotes de crecimiento y hojas jóvenes son muy susceptibles, provocando que se doblen y distorsionen; las hojas viejas son más



Figura 6. Síntomas de cenicilla en inflorescencias (A y B), hojas jóvenes (C) y hojas viejas (D).

resistentes a la infección. Las hojas jóvenes se cubren completamente con las esporas y el micelio del hongo, y eventualmente mueren (Figura 6).

Por otra parte, en algunos cultivares, los residuos blanquecinos del hongo tienden a aparecer en el envés de la hoja, a lo largo de la nervadura principal.

Para el manejo cultural de la enfermedad, se recomienda realizar podas para mejorar la circulación del aire en la copa del árbol. Se debe eliminar y destruir el follaje caído y eliminar las panículas severamente afectadas. La forma más efectiva de controlar la cenicilla del mango es la aplicación de fungicidas de manera oportuna. La primera aplicación se debe realizar cuando haya menos de 50 % de la floración total, y las aspersiones deben continuar cada 7-14 días hasta el amarre de fruto. Las aspersiones con azufre proveen un control razonable, pero pueden quemar las flores y frutos jóvenes si se aplica bajo condiciones calientes y soleadas. Otros productos recomendados son el mancozeb (contacto), myclobutanil y trifloxistrobin (sistémicos).

Control de plagas

Durante la floración y desarrollo del mango, las plagas que con mayor frecuencia requieren de medidas de control son las moscas de la fruta, la escama blanca y trips.

Cuando no se tiene un conocimiento adecuado de manejo de estas plagas, normalmente son controladas con insecticidas sintéticos tradicionales, lo que repercute en varios aspectos negativos sobre el microambiente en el que se desarrolla el cultivo; uno de ellos podría ser el incremento en la producción de frutos sin semilla. Lo anterior se debe a que durante el periodo de floración y desarrollo del fruto, con frecuencia se utilizan insecticidas como el malatión y/o dimetoatos, que —aunque aún no está documentado— pudieran también acabar con otros insectos que podrían ayudar a la polinización.

MOSCA DE LA FRUTA [*ANASTREPHA* SPP. (DIPTERA: TEPHRITIDAE)]

En este caso existe una campaña de manejo que se realiza año con año por parte de los Comités Estatales de Sanidad Vegetal. Como parte de esta campaña, se realizan aplicaciones a base de malatión que, en algunos casos, abarca desde el inicio de la floración. Para evitar probables con la aparición de “mango niño”, los periodos de aplicación de malatión deberían iniciar hasta que ocurra el amarre de frutos. Este criterio debe aplicarse también cuando se realizan acciones de manejo de trips, los cuales se presentan en mayores poblaciones durante y después de los periodos de floración.

ESCAMA BLANCA DEL MANGO (*AULACASPIS TUBERCULARIS* NEWSTEAD)

Es otra plaga que requiere de manejo intensivo durante el periodo de floración y crecimiento del fruto. Para evitar alguna influencia de su manejo sobre la incidencia de “mango niño”, debe evitarse también su control durante el periodo de floración. Además, se dispone de la siguiente tecnología inocua para el manejo de esta plaga.

Se puede utilizar el aceite mineral (citrolina) solo o en mezcla con malatión. La citrolina es un derivado del petróleo que actúa sobre la protección cerosa que cubre las escamas. Si se aplica la citrolina sola, esta se prepara a dosis de 10-15 litros por hectárea (L/ha) más un dispersante comercial, diluidos en 250-300 litros de agua. Si se aplica la mezcla, entonces se preparan 10 L de citrolina 0.5 L de malatión más 1 L del dispersante comercial, todo en 250-300 L de agua. El total de la preparación es suficiente para la aplicación de aproximadamente 100 árboles de tamaño mediano.

La citrolina sola puede aplicarse al follaje desde octubre hasta antes y después de la floración. Debido a que el daño principal ocurre en los frutos, si la infestación de escamas es muy alta (en promedio una o más colonias por fruto), es conveniente utilizar la mezclada con malatión. Esta mezcla debe aplicarse después de que ha ocurrido el amarre de

frutos y así evitar la infestación de los mismos. Para obtener un mejor resultado, las aplicaciones deben realizarse con bomba motorizada de mochila utilizando la gota más fina y dirigiendo la aspersión tanto a la parte externa como interna de los árboles.

RESULTADOS (DE MANEJO DE HUERTOS) OBTENIDOS EN NAYARIT

En Nayarit, durante tres años se realizaron estudios sobre el manejo integrado de huertos en el cultivar Ataúlfo, se evaluaron tres diferentes paquetes tecnológicos con información de Tailandia, Brasil y la generada en México.

MANEJO INTEGRAL UNO (MI-1)

Consistió en una poda ligera y fertilización después de la cosecha (principios de julio) para favorecer el crecimiento.

Aplicación de paclobutrazol (PBZ) en dosis de 0.5 mililitros por metro lineal de diámetro de copa, después de un flujo vegetativo (fines de julio a principios de agosto) para madurar los brotes vegetativos e inhibir un nuevo de crecimiento y promover una floración temprana.

Aplicaciones de nitrato de potasio (4 %) a los 90 días después de la aplicación del PBZ para inducir floración, y dos riegos durante el desarrollo del fruto (febrero y marzo).

MANEJO INTEGRAL DOS (MI-2)

Consistió en una poda moderada (eliminar los dos últimos flujos de crecimiento vegetativo), así como riego y fertilización después de la cosecha para favorecer el crecimiento.

Aplicación de PBZ (1.0 mililitros por metro lineal de diámetro de copa) y suspensión del riego para madurar los brotes emitidos e inhibir un nuevo flujo vegetativo y promover una floración temprana.

Aplicación de urea desbiuretizada (0.5 %) a los 120 días después de la aplicación del PBZ para inducir floración y dos riegos durante el desarrollo del fruto.

MANEJO INTEGRAL TRES (MIXTO Y MI-3)

Consistió en una poda moderada, riego y fertilización, aplicación de nitrato de potasio (4 %), como estimulador de la brotación vegetativa inmediatamente después de la poda (principios de julio).

Aplicación de PBZ (1.0 mililitros por metro lineal de diámetro de copa) y suspensión del riego para madurar los brotes emitidos e inhibir un nuevo flujo vegetativo y promover una floración temprana.

Aplicación de nitrato de potasio al 4 %, cuando los brotes tenían hojas

color verde oscuro que es cuando tienen la madurez para inducir floración. Dos riegos durante el desarrollo del fruto.

SIN MANEJO INTEGRAL

Consistió en el manejo tradicional, es decir que este tratamiento fue sin poda, sin aspersiones foliares de nitrato de potasio o urea y sin aplicación al suelo de paclobutrazol. El riego y fertilización sí fueron incluidos.

La aplicación de cualquiera de los tres paquetes tecnológicos evaluados favoreció el control del tamaño de los árboles y promovió la formación de brotes vegetativos en las ramas podadas, superando en 100 % la cantidad de brotes nuevos que produjeron los árboles no podados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de diferentes tratamientos de manejo integrado sobre el crecimiento vegetativo de árboles de mango Ataúlfo.

Tipo de Manejo	BE/bp* (número)	Longitud de brotes (cm)	Altura del árbol (m)	Diámetro de copa (m)
1	3.21	27.08	3.16	4.53
2	3.46	25.42	3.57	4.56
3	3.17	25.17	3.42	4.51
4	1.58	32.58	3.97	4.84

*BE/bp= brotes emitidos por brote podado.

En diciembre y enero, en los árboles tratados con manejo integral la floración ya era muy avanzada (hasta de 80 %) en comparación con los árboles testigos donde aún era muy incipiente (alrededor de 2 %). Es decir, que la mayoría de la floración fue adelantada en aproximadamente 30 a 40 días, en comparación con los árboles testigo (Figura 7).

En el aspecto productivo, los árboles con manejo integral mostraron una mayor producción de frutos que los árboles testigo; en la cosecha de 2007, el rendimiento varió de 67.23 a 71.48 kg por árbol, mientras que en el testigo fue de 37.89 kg.

En 2008 se volvió a ratificar lo obtenido en el primer año de evaluación, ya que los árboles tratados con los diferentes paquetes produjeron de 77.92 a 96.36 kg de fruto por árbol, los cuales superaron ampliamente al testigo que produjo tan solo 37.76 kg por árbol; es decir, los árboles testigo produjeron casi la mitad o menos que cualquiera de los tres paquetes evaluados (Cuadro 2). El rendimiento se incrementó hasta 100 % o más con los tres paquetes tecnológicos respecto al testigo.

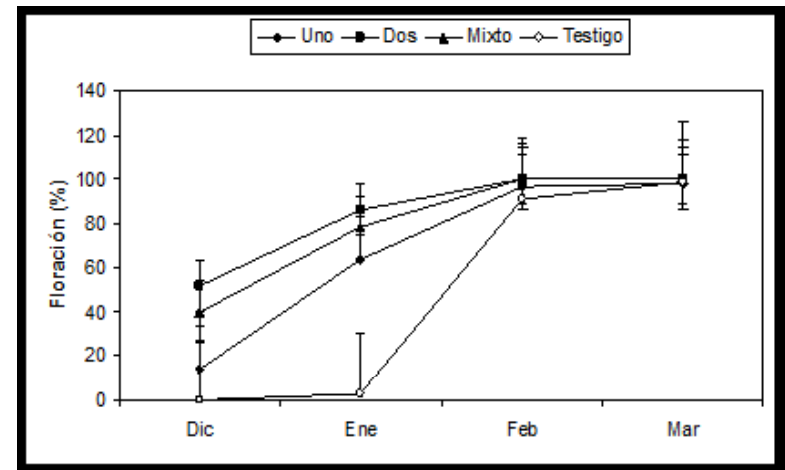


Figura 7. Dinámica de la floración de árboles de mango del cultivar Ataúlfo con manejo integrado. Nayarit 2008.

Cuadro 2. Rendimiento anual, acumulado y peso del fruto de árboles de mango del cultivar Ataúlfo tratados con un manejo integral.

PAQUETE TECNOLÓGICO	RENDIMIENTO (KILOGRAMO POR ÁRBOL)			PESO DE FRUTO (GRAMOS)	
	2007	2008	Acumulado	2007	2008
1	67.23	96.36	163.59	338	294
2	70.18	85.48	155.66	343	287
3	71.48	77.92	149.40	321	276
4	37.89	37.76	75.65	327	285

Un aspecto de gran importancia para los productores, además del rendimiento, es la época en que se obtiene la cosecha, en este trabajo en todos los años se logró adelantar la cosecha con el manejo integral de 28 a 32 días, lo cual permite alcanzar mejor precio en el mercado, ya que se cosecha cuando la oferta de mango Ataúlfo es menor. Además, en los tratamientos con manejo integral no hubo presencia de frutos sin semilla.

VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Las tecnologías del manejo integral, donde la aplicación del PBZ es fundamental para manipular la floración, fueron validadas a nivel comercial en el cultivar Ataúlfo en 2009. Para ello se establecieron parcelas de validación de una hectárea cada una con productores cooperantes en los municipios de Tecuala, Tepic, San Blas y Compostela.

En el municipio de Tepic, todos los huertos donde se aplicó el manejo integrado la floración y cosecha se adelantaron de 28 hasta en 31 días;

además, fueron más abundantes que aquellos huertos donde no se aplicó la tecnología. La floración varió de 90 a 100 % de la copa cubierta por inflorescencias en los huertos donde se aplicó PBZ, mientras que en aquellos huertos con manejo tradicional la floración fue de 60 a 70 %. En la cosecha de Atonalisco (huerto con 17 años de edad) los árboles tratados con PBZ produjeron cerca de 70 kilogramos por árbol, mientras que los no tratados solo 28 kg (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados obtenidos en huertos de mango cultivar Ataúlfo tratados con un manejo integral en tres localidades del municipio de Tepic (2009).

Edad del huerto	Producto y Dosis**	Floración (%)	DAF***	Cosecha (kg/árbol)	DAC***	FSS**** (%)
17*	A 20	90	30	68	30	15
	Testigo	70	-	28	-	75
8	A 10	100	31	42	28	35
	Testigo	60	-	22	-	65
8	A 10	100	31	42	28	4
	Testigo	60	-	26	-	96

* 17 (Atonalisco), 8 (Atonalisco), 8 (El Jicote)

**A= Austar (i.a. paclobutrazol); ml de producto comercial por árbol

*** DAF= Días de adelanto de floración; DAC= Días de adelanto de cosecha

****FSS= Frutos sin semilla

En este huerto, el porcentaje de frutos sin semilla (FSS) fue de 15 %. En huertos con árboles de menor edad (ocho años, ubicados en Atonalisco y El Jicote) la producción de fruta fue de casi el doble con respecto a los huertos donde no se aplicó PBZ; y la reducción del porcentaje de FSS fue muy significativa, sobre todo en la localidad de El Jicote donde el porcentaje fue menor a 5 % (Cuadro 3).

Los resultados obtenidos en Compostela se muestran en el Cuadro 4. En este municipio, en los huertos de validación se aplicó a la mitad de los árboles el producto comercial Austar y a la otra mitad Cultar, ambos con i.a. paclobutrazol.

Con ambos productos se obtuvo una floración abundante y adelantada, en El Capomo el porcentaje de floración fue de 100 %, y de 70 % en El Divisadero, aun cuando en esta última localidad los árboles tenían sus copas entrecruzadas (sombreado); los árboles sin PBZ solo florecieron 60 y 20 % en El Capomo y Divisadero, respectivamente. El adelanto en floración en Compostela fue de 32 a 35 días, mientras que el de la cosecha fue de 25 a 35 días.

Cuadro 4. Resultados obtenidos en huertos de mango cultivar Ataúlfo tratados con un manejo integrado en dos localidades del municipio de Compostela, Nayarit (2009).

Edad del huerto	Producto y Dosis**	Floración (%)	DAF***	Cosecha (kg/árbol)	DAC***	FSS**** (%)
12*	A 10	100	32	64	25	22
	A 20	100	32	76	35	20
	Testigo	60	-	48	-	80
18	A 20	70	35	38	30	25
	A 30	70	35	64	30	23
	Testigo	20	-	8	-	90

* 12 (El Capomo; huerto sin sombrear), 18 (El Divisadero; huerto sombreado)

**A= Austar (i.a. paclobutrazol); ml de producto comercial por árbol

*** DAF= Días de adelanto de floración; DAC= Días de adelanto de cosecha

****FSS= Frutos sin semilla

En el Cuadro 4, se observa que el porcentaje de FSS se redujo significativamente con el uso de PBZ, en huertos sin la aplicación de este producto el porcentaje de FSS fue de 80 hasta 90 %. Con ambos productos se obtuvieron resultados similares.

Los resultados obtenidos durante ese año (2009) con el manejo integral, indican que con este manejo, donde el papel del PBZ es fundamental, se contrarrestan los factores adversos a la floración. Los resultados de este año fueron particularmente importantes porque ocurrió una floración muy escasa y errática, sin embargo con el uso de la tecnología, se aseguró una floración temprana abundante y se disminuyó la presencia de frutos sin semilla.

BIBLIOGRAFÍA

Anónimo, 2010. Red de Estaciones Agroclimáticas del Estado de Nayarit. www.climanayarit.gob.mx.

Berova, M., Z. Zlatev. 2000. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants. *Plant Growth Regulation* 30:117-123.

Burondkar, M.M.; R.T. Gunjate, M.B. Magdum, M.A. Govekar, 2000. Rejuvenation of old and overcrowded Alphonso mango orchard with pruning and use of paclobutrazol. *Acta Horticulturae* 509(2): 681-686.

Cárdenas, K. y E. Rojas, 2003. Efecto del paclobutrazol y nitratos de potasio y calcio sobre el desarrollo del mango Tommy Atkins. *BioAgro* 15(2): 83-90.

EMEX, A.C., 2010. www.mangoemex.org. (nov. 2010).

FAOSTAT, 2010. www.faostat.org. (nov.2010).

Galán S., V. 2000. The mango in Latin America. *Acta Horticulturae* 509(1): 123-131

Gil, P.M., E. Sargent, F. Leal, 1998. Efectos de la poda sobre variables reproductivas y de calidad en mango. *Biagro* 10(1): 18-23.

Gross, E. R. 1997. Pruning mango to increase yield. *Acta Horticulturae* 455: 538-542.

Hernández M., J.A. 2011. Estado Nutricional del mango Ataúlfo y su relación con la producción de frutos partenocárpico. Tesis Doctoral. 13 de julio, 2011, Instituto de Horticultura, Universidad Autónoma de Chapingo. 110 p.

Johnson, G.I. 2008. Powdery mildew. p. 38–39. *In* R.C. Ploetz et al. (ed.), *Compendium of tropical fruit diseases*. The American Phytopathological Society, Minneapolis, Minn.

Nelson, S.C. 2008a. Mango Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). UH-CTAHR. 9 p. www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-48.pdf. (revisado el 14 de julio de 2011).

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

Kulkarni, V. J. 1988. Chemical control of tree vigor and the promotion of flowering and fruiting in mango (*Mangifera indica* L.) using paclobutrazol. *J. Hort. Sci.* 63:557-566.

Lovatt C.J. and W. M. Dugger. 1984. Boron. pp. 389-421. *In*: E. Frieden (Ed.). *Biochemistry of the essential ultratrace elements*.

Magallanes, C. R. 2004. Area-Wide assessment of the Ataúlfo mango cultivation in the Soconuzco region of Chiapas, México. *Acta Horticulturae* 645: 361-363.

Mosqueda V., R. y F. De los Santos R. 1982. Aspersiones de nitrato de potasio para adelantar e inducir la floración del mango cv. Manila en México. *Proceedings of the Tropical Region. 29th Congress American Society of Horticultural Science*. Campinas-SP-Brasil. Vol. 25. p.311-315.

Nartvaranant, P., S. Subhadrabandhu, P. Tongumpay, 2000. Practical aspect in producing off season mango in Thailand. *Acta Horticulturae* 509(2): 661-668.

Nelson, S.C. 2008a. Mango Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). UH-CTAHR. 9 p. www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-48.pdf. (revisado el 14 de julio de 2011).

Nelson, S. C. 2008b. Mango Powdery Mildew. UH-CTAHR. 6 p. www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-46.pdf. (revisado el 16 de julio de 2011).

Nishijima, W. 1994. Mango diseases and their control. p. 20–24 *in*: *Proceedings: Conference on Mango in Hawaii*. 9–11 March. 1993. University of Hawaii at Mānoa, College of Tropical Agriculture and Human Resources.

Núñez, E. R. 1988. Nitrato de amonio: Nueva alternativa para adelantar la floración y cosecha del mango. SARH-INIFAP-CIFAP-COLIMA. *Campo Experimental Tecmán*. Desplegable para Productores Núm. 4.

Oosthuysen, S.A. 1994. Pruning of Sensation mango trees to maintain their size and effect uniform and later flowering. *South African Mango Growers Association*. 14: 1-6.

Pérez, B., M.H.; J. A. Osuna G.; R. Sánchez L., y V. Vázquez V[†]. 2011. El paclobutrazol como promotor de la floración en mango Manila, aún sin condiciones ambientales inductivas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 17(1): 47-52.

Ploetz, R.C. 2003. Diseases of Mango. p. 327-363. *In*: R.C. Ploetz (ed.) *Diseases of Tropical Fruit Crops*. CABI Publishing. Wallingford, UK.

Ploetz, R. 2008. Mango anthracnose. p. 35–36. *In* R.C. Ploetz et al. (ed.), *Compendium of tropical fruit diseases*. The American Phytopathological Society, Minneapolis, Minn.

Ploetz, R.C., S. Freeman, 2009. Foliar, floral and soilborne diseases. p. 231-302. *In* R.E. Litz, (ed.) *The Mango: Botany, Production and Uses*. 2nd ed. CABI. Publishing. Wallingford, UK.

Reboucas, S. J. A., T. N. H. Reboucas, 2000. Use of paclobutrazol in mango orchard in southwest region Bahia in Brazil. *Acta Horticulturae* 509(2): 713-715.

Reuveni, M. 2000. Efficacy of trifloxystrobin (Flint), a new strobilurin fungicide, in controlling powdery mildews on apple, mango and nectarine, and rust on prune trees. *Crop Protection* 19: 335–341.

Rossetto, C. J., N. Bortoletto, 2004. Response of mango varieties to paclobutrazol. *Acta Hort.* 645:233-237.

SAGARPA, 2010. 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. 10 p.

SAGARPA-CESAVENAY, 2009. 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. Documento de trabajo. 10 p.

Salazar-García, S., M. H. Pérez-Barraza, V. Vázquez-Valdivia, 2000. Effect of ammonium nitrate sprays on flowering and harvest time of Manila, Ataúlfo, and Tommy Atkins mango in Nayarit, México. *Acta Hort.* 509:573-580.

Salazar G., S., V. Vázquez V. 1997. Physiological persistence of paclobutrazol on the Tommy Atkins mango (*Mangifera indica*) under rainfed conditions. *J. Hort. Sci.* 72(2): 339-345.

Stassen, P.; H. Grove, S. Davie. 1999. Tree shaping strategies for higher density mango orchards. *Journal of Applied Horticulture* 1(1): 1-4.

Sundravadana, S.; D. Alice.; S. Kuttalam, R. Samiyappan, 2006. Control of Mango Anthracnose by Azoxystrobin. *Tunisian Journal of Plant Protection* 1: 109-114.

Tongumpai, P.; N. Hongsbhanich, C. H. Voon. 1989. Cultar – for flowering regulation of mango in Thailand. *Acta Hort.* 239:375-378.

Urías-López, M. A.; J. A. Osuna-García; V. Vázquez-Valdivia, M. H. Pérez Barraza, 2010. Fluctuación poblacional y distribución de la escama blanca del mango (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) en Nayarit, México. *Rev. Chapingo Serie Hort.* 16 (2) 77-82.

Vázquez V., V., M. H. Pérez B. 2007. Tipos e intensidad de poda en mango Ataúlfo en Nayarit. INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuntla. Folleto Técnico Núm. 9. Santiago Ixcuntla, Nayarit, México. 71 p.

Vázquez V., V., y M. H. Pérez B. 2008. Intensidad de poda en huertos en producción de mango Ataúlfo. INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixc., Desplegable Técnica No. 7. Santiago Ixc., Nayarit, México.

Vázquez V., V., M. H. Pérez B. 2009. Estimación de la afectación de la floración en cultivares del mango en Nayarit por factores climáticos. SAGARPA, SEDER, CESAVENAY, INIFAP. Documento de trabajo (No publicado).

Vázquez V., V.; M. H. Pérez B.; J. A. Osuna G., M. A. Urías L. 2009. Manejo integrado de huertos de mango Ataúlfo con altas densidades de

plantación. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15: 155-160.

Voon, C. H.; C. Pitakpaivan, S. J. Tan. 1991. Mango cropping manipulation with cultar. *Acta Hort.* 291:219-228.

Fertilización bioinorgánica de mango

Jesús Quiroz Mora*

VENTAJAS AGRONÓMICAS DE ESTABLECER TECNOLOGÍAS DE RECICLAMIENTO MEDIANTE FERMENTACIONES SELECTIVAS

La energía solar es captada por los organismos fotosintéticos y transformada para la síntesis de carbohidratos y otras moléculas. Los productos formados son acumulados en dos categorías: comestibles y no comestibles. Dentro de los primeros una gran cantidad se desperdicia (esquilmos agrícolas), la eficiencia fotosintética se ha calculado entre 10 y el 20 %, sin embargo es menor a 3 % incluso en las especies más eficientes.

Para incrementar el rendimiento fotosintético se han implementado tecnologías de reciclamiento acelerado, en las que el eje central consiste en la fermentación de la materia orgánica no utilizable por medio de microorganismos que desempeñan una función en el ecosistema agrícola. Los caldos de cultivo resultantes, al ser incorporados al suelo aumentan el rendimiento y restablecen el componente más frágil de la fertilidad: la parte biológica, además de inyectarle metabolitos¹ rápidamente asimilables como aminoácidos², ácidos orgánicos, azúcares, hormonas y minerales quelatados³, incrementando el rendimiento, con menores

* Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Valoración y Transferencia de Tecnología, Rosamorada, Nayarit.

1 Un metabolito es cualquier molécula utilizada o producida durante el metabolismo.

2 Aminoácido: compuesto nitrogenado esencial en la formación de las proteínas.

3 Quelatación: los quelatos son complejos formados por la unión de un metal y un compuesto que contiene dos o más ligandos potenciales. El proceso de formación del quelato se conoce como quelatación o quelación.

costos, reduciéndose la aplicación de agentes químicos contaminantes.

VENTAJAS SOCIALES DE LAS TECNOLOGÍAS DE RECICLAMIENTO

Se ha comprobado que la erosión del suelo es más rápida que su formación, originando la pérdida de la fertilidad. La producción de alimentos entre 1961 y 1996 se duplicó a expensas de un aumento de 6.97 veces en el consumo de fertilizantes nitrogenados, de 3.48 veces en la aplicación de fósforo, de 100 % más en la extensión de tierra con facilidades de riego, y de 10 % más en la apertura de nuevas áreas de cultivo.

La población mundial se duplicará nuevamente en los próximos 40 años. Para producir la cantidad de alimentos requeridos se necesitará aumentar de 75 a 235 millones de toneladas métricas los fertilizantes nitrogenados, de 37 a 94 millones de toneladas métricas los de fósforo, y 18 % más el área de tierras cultivables. Estas condiciones de manejo detonarían la destrucción de los ecosistemas acuáticos, incrementando los óxidos de nitrógeno liberados a la atmósfera dañando más la capa de ozono. La reducción de áreas silvestres extinguiría a numerosas especies, poniendo en riesgo la sustentabilidad de la agricultura.

La diversidad microbiológica del suelo es la base de su fertilidad ya que realiza los procesos más importantes de la ecología del planeta entre los que se encuentran: la formación de amonio a partir de nitrógeno atmosférico, la nitrificación, la asimilación de fósforo y azufre, y la formación de humus. Todo esto contribuye a la reducción de la erosión por medio del mejoramiento de la agregación, y participa activamente en el reciclamiento de nutrientes.

Una manera de aumentar la eficacia de la fijación de carbono es a través de la aplicación de materia orgánica asimilable, la transformación de la enorme cantidad de esquilmos no aprovechables por medio de microorganismos tales como *azotobacter*, *azospirillum*, entomopatógenos⁴ y hongos micorrízicos⁵, aumentaría su fertilidad, disminuyendo los costos de producción, la contaminación e incrementando la sanidad de los alimentos.

4 Entomopatógeno: organismo causante de enfermedades en los insectos.

5 Micorrízicos (hongos): tipo de hongos que se adhieren a las raíces de las plantas, estableciendo una simbiosis benéfica para ambos.

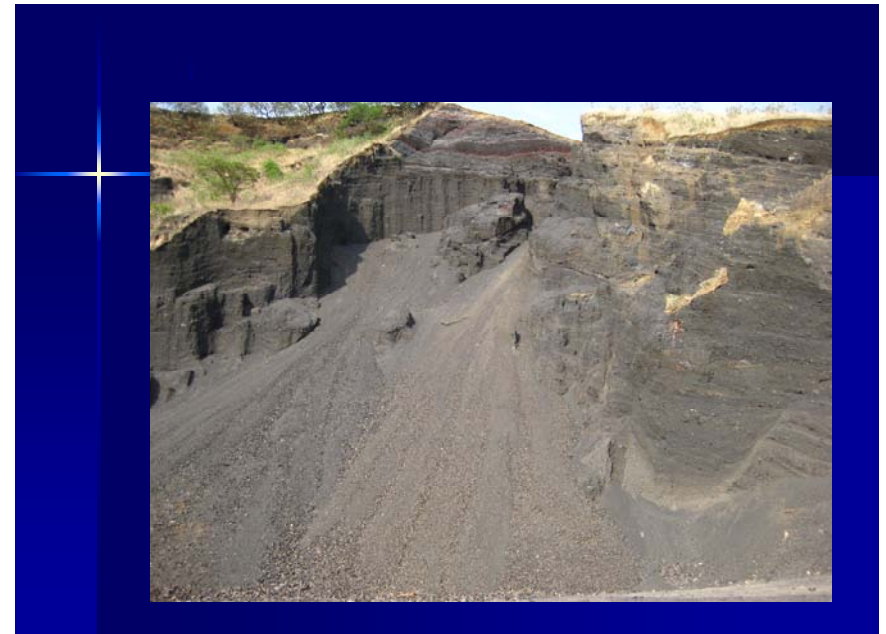


Figura 1. Mina de andesita, volcán Ceboruco (Jala, Nayarit).

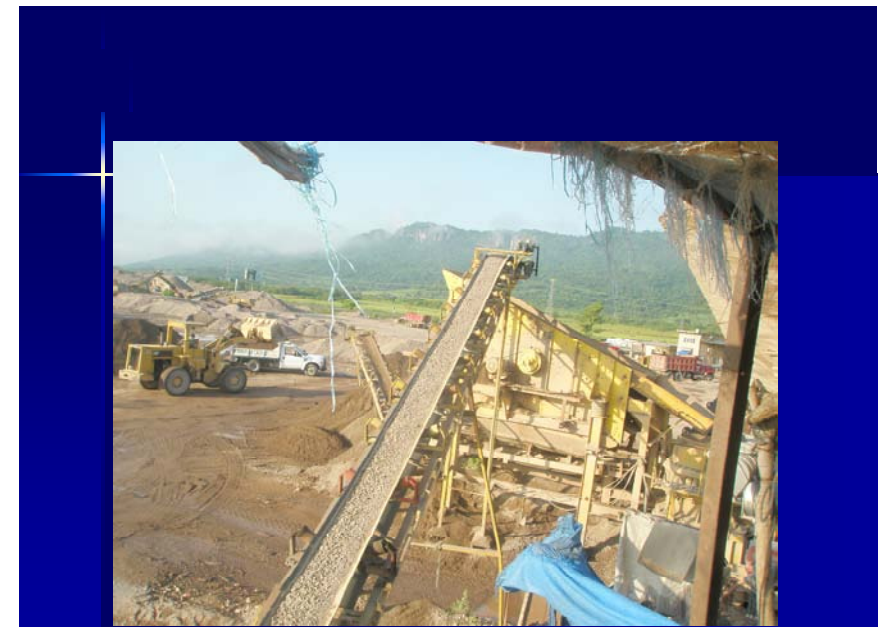


Figura 2. Planta trituradora de roca (Ruiz, Nayarit).



Figura 3. Agitación de biofertilizantes.



Figura 5. Resultados de la aplicación de biofertilizantes en mango.



Figura 4. Aplicación de biofertilizantes en mango.

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

FUNDACIÓN PRODUCE SINALOA, A. C.

CONSEJO CONSULTIVO ZONA SUR

Carretera a Chameña km 3.6
Tel. 66740 555 00-74
Rosario, Sinaloa, México

OFICINAS CENTRALES

Ciudad. Juan Carrasco No. 707 Fila.
Culliacán, Sinaloa, México.
Tel./Fax 6671 712-02-16 y 16
Correos electrónicos:
direcciongeneral@fpi.org.mx
divulgacion@fpi.org.mx
En Internet:
www.fpi.org.mx

