

MANUAL DEL CULTIVO DE MANZANO

(*Malus domestica* B.)

PARA LOS VALLES INTERANDINOS TEMPERADOS DEL ECUADOR



MANUAL DEL CULTIVO DE MANZANO (*Malus domestica* B.) PARA LOS VALLES INTERANDINOS TEMPERADOS DEL ECUADOR

Pablo Viteri¹
Juan León Fuentes²

Norman Soria³
Daniel H. Díaz⁴

^{1,2,3} Investigadores. Programa Fruticultura, Convenio INIAP-COTESU.

⁴ Asesor. Programa Fruticultura, Convenio INIAP-COTESU.

Los autores desean expresar su agradecimiento a los fruticultores y técnicos que desinteresadamente han compartido experiencias y conocimientos sobre el tema; su apertura ha permitido enriquecer el contenido de este manual.

Se agradece también la colaboración del Ing. Walter Larriva en el tema de insectos plaga, así como al Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina INIAP por la revisión y sugerencias al documento.

El cultivo del manzano en los valles interandinos temperados ha sido una alternativa en la diversificación agrícola del país.

El Proyecto Fruticultura INIAP-COTESU ha sido partícipe de ese desarrollo, generando y transfiriendo tecnología para aumentar la productividad y conservar el medio ambiente.



ISBN 9978-82-875-3

DERECHOS DE AUTOR: Inscripción 009354

DEPÓSITO LEGAL 000818

Fotografías:

Daniel Díaz (Portada, I-I8, 20-24, 26-28)

Pablo Viteri (I9)

Juan León Fuentes (25)

Walter Larriva (29-30)

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	6	10. FERTILIZACION Y ABONADURA DE MANTENIMIENTO	20
2. CONDICIONES AMBIENTALES	6	10.1. Extracción de Nutrientes	20
2.1. Zonas productoras	6	10.2. Diagnóstico Nutricional	20
2.2. Temperatura	6	10.2.1. Análisis de Suelo	20
2.3. Precipitación y Humedad Relativa	7	10.2.2. Análisis de Hojas	21
3. SUELO PARA ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS	7	10.2.3. Sintomatología Visual	22
3.1. Condiciones Físicas	7	10.3. Fertilización	22
3.2. Condiciones Químicas	7	10.4. Época de Fertilización	24
4. PREPARACION DEL SUELO PARA LA PLANTACION	8	10.5. Aplicación de Abono Orgánico	24
5. MULTIPLICACION DE PLANTAS	8	11. RIEGO	25
5.1. Multiplicación de Portainjertos	8	12. MANEJO DEL SUELO	27
5.1.1. Propagación por Semilla	8	13. MANEJO DEL SISTEMA DE PRODUCCION FORZADA	28
5.1.2. Propagación Vegetativa	8	13.1. Períodos de Ciclaje	28
5.2. Propagación de Variedades	10	13.2. Riego	29
5.2.1. Injerto de Yema	10	13.3. Defoliación	30
5.2.2. Injerto de Púa	10	13.4. Inducción de la Brotación	30
5.2.3. Injerto de Copa	10	14. POLINIZACION Y ACLAREO DE FRUTOS	31
5.3. Compatibilidad de Injertos	10	15. COLORACION DE FRUTO	32
6. PORTAINJERTOS	11	16. CAIDA DE FRUTO EN PRECOSECHA	33
7. VARIEDADES	12	17. INDICES DE MADURACION PARA COSECHAR	33
8. PLANTACION	13	18. ENFERMEDADES	33
8.1. Distancia de Plantación	13	18.1. Venturia, Sarna, Roña o Moteado	33
8.2. Sistema de Plantación	13	18.2. Oidio	35
8.3. Apertura de Hoyos	14	18.3. Chancro ó Cáncer	35
8.4. Fertilización y Abonadura Inicial	14	18.4. Agalla de la Corona	36
8.5. Época y Forma de Plantación	14	18.5. Pudrición del Cuello y Raíces	36
8.6. Tipo de Árbol para Plantación	15	19. INSECTOS PLAGA	37
8.7. Distribución de Variedades en la Plantación	15	19.1. Mosca de la Fruta	37
9. PODA	16	19.2. Pulgón Verde	38
9.1. Poda de Formación	17	19.3. Pulgón Lanígero	38
9.1.1. Sistema de Vaso	17	19.4. Cutzos	39
9.1.2. Sistema de Pirámide o Líder Central	18	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	41
9.2. Poda de Fructificación	18	ANEXO 1. GLOSARIO	42
9.3. Poda en Verde	20	ANEXO 2. SINONIMIA DE PRODUCTOS QUIMICOS	43

1. INTRODUCCION

El cultivo del manzano en el Ecuador, se localiza principalmente en las zonas templadas altas de la Sierra ecuatoriana (más de 2.500 msnm), donde se cultivan variedades de mediano y alto requerimiento de frío. A partir de 1981, se empezó la introducción de materiales que pudieran adaptarse a las condiciones de los valles interandinos templados; en la actualidad, en esas zonas se cultivan comercialmente cerca de 450 ha manejadas en sistema de producción forzada para cosechar cada 6 a 8 meses, con rendimientos entre 10 a 25 ton/ha/ciclo (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 1994).

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), a través del Programa de Fruticultura, ha desarrollado y adecuado tecnología de producción de manzano en los valles interandinos templados desde 1981, cuyos resultados se han dado a conocer a los productores en diversos eventos. Esas actividades de investigación y de transferencia tecnológica, han sido apoyadas a través del convenio que INIAP tiene con la Cooperación Técnica Suiza (COTESU).

Para fortalecer la tecnología empleada y satisfacer la demanda de los fruticultores sobre información del cultivo de manzano en producción forzada bajo las condiciones citadas, en este manual se describen diversos aspectos de la selección de suelo, variedades y portainjertos, así como de los sistemas de plantación y manejo del huerto, con base en experiencias y resultados de investigación nacional e internacional.

2. CONDICIONES AMBIENTALES

El manzano se cultiva principalmente en las zonas templadas del mundo localizadas entre las latitudes 20° a 30° N y S, que se caracterizan por tener cuatro estaciones climáticas bien definidas. Los ciclos de crecimiento y producción ocurren cuando las temperaturas son adecuadas para ello en la primavera, verano e inicio de otoño; después, por las bajas temperaturas los árboles pierden su follaje y

permanecen bajo un estado de relativa inactividad fisiológica que se denomina dormancia (EMPASC, 1986).

La situación antes descrita se presenta en la región central interandina alta del Ecuador, por una influencia climática del hemisferio sur que hace que los árboles tengan un comportamiento típico de áreas templadas.

En los valles templados de esa zona, las condiciones climáticas prevalentes son más benignas. Ahí, los árboles de manzano son manipulados técnicamente para mantenerlos activos vegetativamente durante todo el año sin caer a un estado de dormancia profunda y producir hasta dos cosechas por año (Foto 1).



FOTO 1. HUERTO DE MANZANO 'ANNA' SOBRE MM106 CON 4 AÑOS DE EDAD

2.1. Zonas Productoras

Los huertos con variedades de manzano adaptadas para explotación comercial en los valles subtropicales de la Sierra, están ubicados en alturas comprendidas entre los 2.200 - 2.500 msnm.

Las principales áreas están en: Carchi (Mira); Imbabura (Chaltura, Natabuela, Urcuquí, Cotacachi); Pichincha (Cumbayá, Tumbaco, Puembo, Pifo, Checa, Ascázubi, Quinche, Perucho), Tungurahua (Patate), Azuay (Paute, Gualaceo), y Loja (Vilcabamba, Malacatos, La Toma), entre otros.

2.2. Temperatura

La temperatura tiene una función importante en la regulación del crecimiento de los árboles frutales

del tipo caducifolio; sobre de 10°C ocurre una actividad vegetativa continua. En términos generales, en los valles interandinos temperados donde se cultiva el manzano, las temperaturas medias fluctúan entre 16° y 17°C (Cuadro 1), con máximas y mínimas medias de 24° y 12°C respectivamente. Esta condición permite que las plantas puedan mantenerse en continua actividad dentro del sistema de producción forzada.

Cuadro 1. Temperatura media, precipitación mensual, y humedad relativa mensuales en los valles interandinos temperados (promedio de 20 años en 10 localidades)

Mes	Temperatura Media, °C	Precipitación mm	Humedad Relativa %
Enero	16,2	50,9	80
Febrero	16,1	72,4	81
Marzo	16,3	92,3	81
Abril	16,2	94,6	82
Mayo	16,2	63,0	81
Junio	15,5	50,2	80
Julio	15,2	38,3	78
Agosto	15,3	36,6	77
Septiembre	15,7	49,8	77
Octubre	16,2	74,6	80
Noviembre	16,2	76,2	80
Diciembre	16,3	62,9	80

Fuente: PROEXANT, 1993

2.3. Precipitación y Humedad Relativa

La precipitación registrada en los valles interandinos temperados donde se cultiva manzano, fluctúa entre 400 a 1.000 mm anuales, la cual ocurre principalmente de octubre a mayo (Cuadro 1). Así, en ciertos ciclos de producción es necesario la práctica de riego. La humedad relativa ambiental registrada oscila entre 50 y 85%.

3. SUELOS PARA ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS

Considerando que el establecimiento de árboles frutales implica una permanencia a largo plazo, es importante conocer las características del suelo donde se hará la plantación para analizar la situación prevalente. El suelo debe ser muestreado has-

ta 1,0 m en horizontes a cada 30 cm, ya que las raíces llegarán en algún momento hasta ese estrato. Las muestras de las diferentes profundidades deben ser tomadas de un solo punto de la finca; si existen áreas muy diferentes de suelo, tomar una muestra para cada localidad (Bejarano, 1974).

3.1. Condiciones Físicas

Los suelos que se seleccionen para el cultivo del manzano deben ser preferentemente sueltos y profundos, de textura liviana con tendencia a franco arenoso. Se deben evitar aquellos con capas rocosas, arcillosas, duras e impermeables que impidan un buen drenaje, ya que al retener demasiada humedad se pueden provocar problemas al sistema radicular por asfixia, enfermedades o toxicidad por sales y el árbol verá reducido su desarrollo a largo plazo o bien su sobrevivencia.

3.2. Condiciones Químicas

El desarrollo de los árboles de manzano es mantenido en parte por los nutrientes que le proporcione el suelo; de éstos, el nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio son importantes, así como el manganeso, zinc, hierro y boro.

Otros factores químicos del suelo como el pH, contenido de sales, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico, también deben ser considerados con atención, ya que influyen de manera directa en la disponibilidad de nutrientes del suelo a la planta.

El rango de pH de suelo adecuado para el manzano es de 6,0 a 7,0; en los valles interandinos temperados este valor oscila entre 6,5 a 7,8. Mientras más alto sea, habrá dificultades con la disponibilidad de ciertos micronutrientes como el zinc, hierro, manganeso y boro. La presencia de sales debe ser baja, por lo que un suelo adecuado deberá tener un valor de conductividad eléctrica menor a 2,0 mmhos/cm; a valores mayores puede haber toxicidad de esas sales, afectar la nutrición de los árboles, y reducir la permeabilidad de los suelos (Trocme y Grass, 1979).

El contenido de materia orgánica es importante, donde el nivel adecuado debe estar entre 2,5 a 3,5%. En suelos muy arcillosos, es importante que este sea alto, 3 a 4%, ya que esto esponja la tierra y permite más aireación; en suelos arenosos donde

casi siempre el contenido es bajo, será necesario incorporarle materia orgánica para inducir la formación de condiciones arcillosas.

Según el resultado del análisis inicial físico-químico del suelo, es importante realizar un manejo adecuado para crear una situación lo más idónea para el futuro desarrollo del cultivo. En huertos establecidos, ciertas correcciones como el subsoleo profundo son muy difíciles de ejecutar.

4. PREPARACION DEL SUELO PARA PLANTACION

Dado que el árbol frutal quedará instalado en su sitio por muchos años, es importante que antes del establecimiento se haga una buena preparación del suelo, y si es necesario las prácticas pertinentes.

Para iniciar la preparación del suelo, es necesario una limpieza que elimine en lo posible piedras y montículos pronunciados; una vez realizado esto, se debe aflojar el suelo mediante una arada y si es posible, con un subsoleo a una profundidad de 50-70 cm. que destruyan capas de suelo duras que impidan la penetración de las raíces y den aireación a más profundidad, así como para mejorar la infiltración del agua.

En ciertas condiciones como pendiente pronunciada, suelo duro, etc., será necesario implementar prácticas como curvas de nivel, terrazas individuales, apertura de hoyos de mayor tamaño a lo convencional, etc., que permitan un adecuado desarrollo inicial del árbol.

5. MULTIPLICACION DE PLANTAS

Los árboles comerciales de manzano se componen de dos partes: el patrón o portainjerto que principalmente es raíz y el injerto, que es la variedad o parte productiva del árbol. Ambos son importantes y deben reproducirse para hacer las combinaciones más adecuadas.

La multiplicación del manzano, y otros frutales, se realiza por vía sexual (uso de semillas) y por vía asexual o vegetativa (uso de tallos enraizados y yemas). El primero de los métodos se utiliza para la obtención de los patrones “francos”, mientras que el segundo es para la multiplicación de patrones clonales y de variedades comerciales a través de injertos.

5.1. Multiplicación de Portainjertos

5.1.1. Propagación por semilla

Debido a que las semillas son producto de una cruce sexual, existe una amplia segregación genética, que da como resultado una población heterogénea. Al utilizar este método, es necesario realizar una preselección de plantas en el vivero, para trabajar con las más uniformes en vigor y evitar una posterior desuniformidad en el huerto.

Para la reproducción por semilla, es importante que ellas sean en lo posible de la misma variedad. Al adquirirse, debe remojarse por un período de 24 a 48 horas y después someterse a estratificación, que consiste en almacenarles en un sustrato húmedo (arena, aserrín) y frío (2 a 5°C) por 60 a 90 días hasta que la radícula comience a salir; dicho almacenamiento puede hacerse en fundas o charolas de plástico o cajas de madera, alternando capas de semilla y del sustrato. En algunos casos, la semilla para venta ya está estratificada, por lo que solo se procede a su remojo por 24 horas y luego se siembra. Todos los patrones que se obtengan por este método se les conoce como “franco”, “domestica”, o “malus”.

5.1.2. Propagación Vegetativa

Este método utiliza partes vegetativas del árbol, con lo que se mantienen las características genéticas deseables del material y las plantas resultantes no tienen tanta heterogeneidad como cuando se reproduce por semilla; los patrones propagados de esta forma se les conoce como “clonales”. La forma de multiplicación vegetativa más utilizada para la obtención de portainjertos de manzano, es la de acodo; el uso de tallos o estacas para su enraizamiento no es común.

El método de acodos se inicia al tener una planta ya enraizada del patrón, la planta madre. El acodo

más común es el denominado de “trinchera”, el cual se realiza sobre una planta madre establecida, la cual es despuntada a 2,5 cm sobre el nivel del suelo después de dormancia, con el objeto de estimular la brotación. Cuando los nuevos brotes o hijuelos tienen de 10 a 15 cm, se les cubre su base

con tierra o aserrín y se repite 2 ó 3 veces hasta llegar a formar un camellón de 30 cm de altura; esta condición induce la formación de raíces. A los nueve meses aproximadamente, se retira la tierra y se separan los brotes enraizados (Fig. 1).

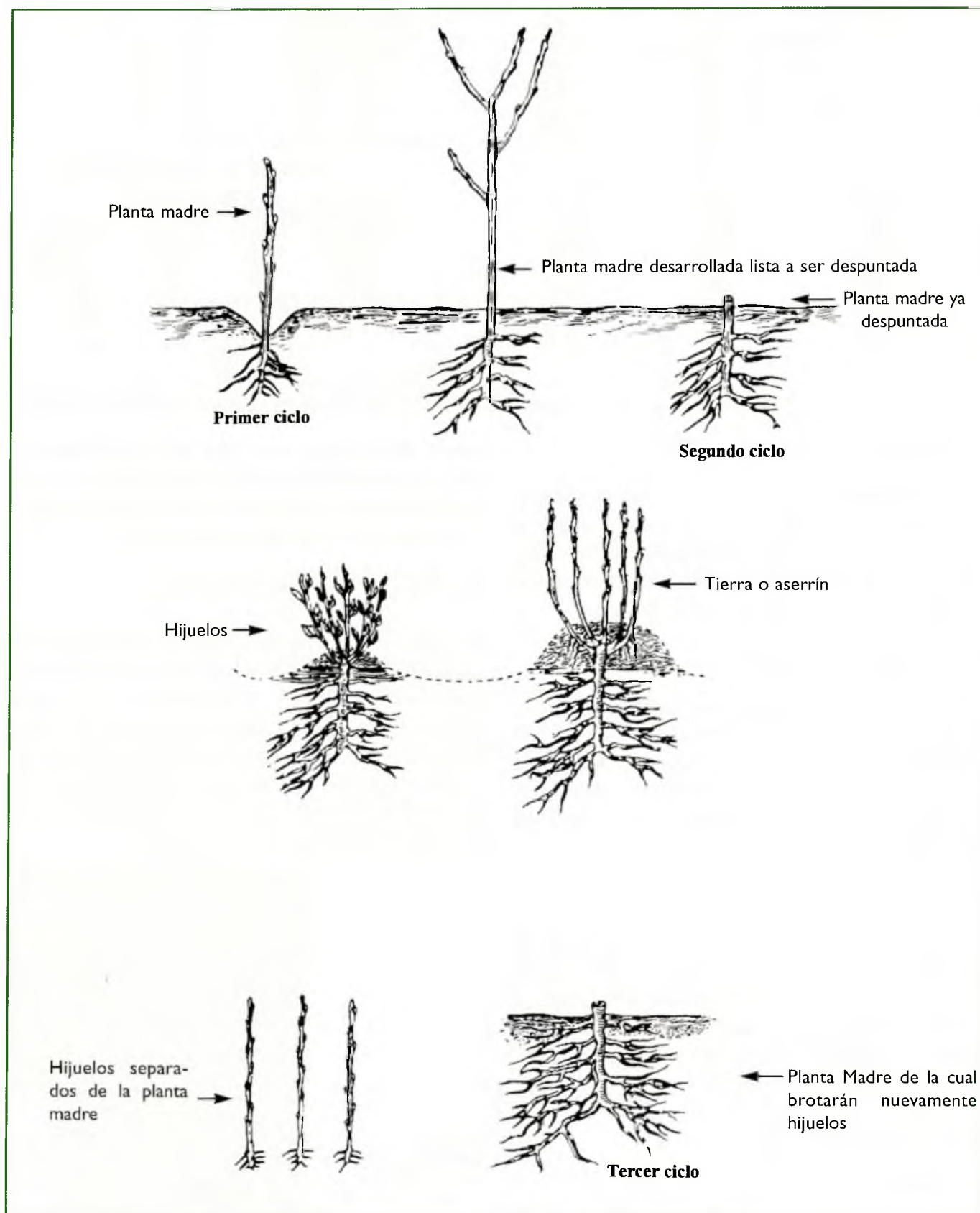


FIGURA 1 MULTIPLICACION DE PATRONES DE MANZANO POR ACODADO EN MONTICULOS

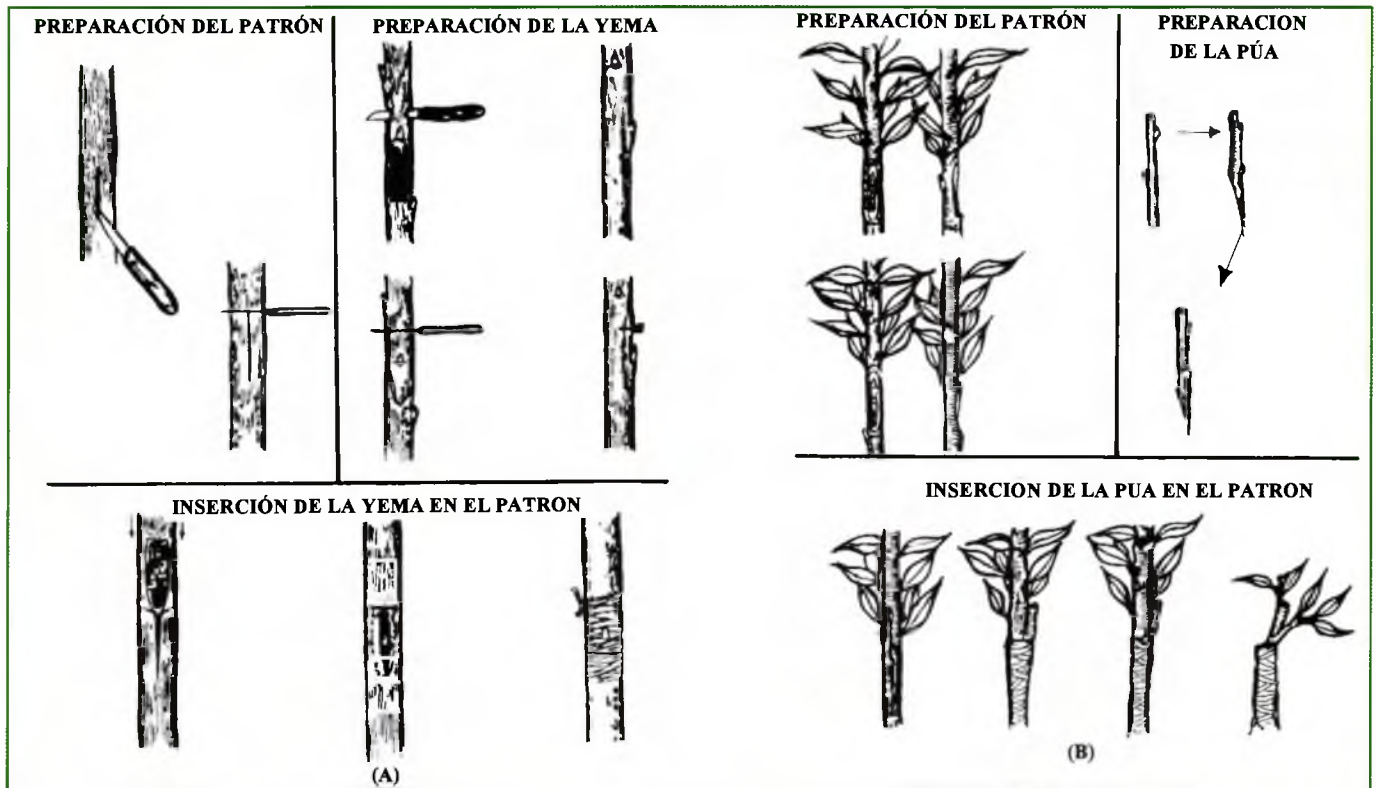


FIGURA 2. INJERTOS EN MANZANO. (A) DE YEMA EN "T" (DE ESCUDETE). (B) DE PÚA ENSAMBLADA DE COSTADO

5.2. Propagación de Variedades

Para la multiplicación de variedades comerciales, el método más empleado es la injertación sobre el patrón seleccionado. Existen muchos tipos de injertos, pero en manzano los más empleados son el de yema, el de púa y el de copa (Figs. 2,3).

5.2.1. Injerto de Yema

Debe realizarse cuando la planta está en crecimiento activo, de modo que la corteza se separe fácilmente del leño. La injertación debe hacerse sobre patrones delgados a una altura de 20 a 25 cm. Los principales tipos de injertos de yema son: en T (de escudete), y con astilla.

5.2.2. Injerto de Púa

Se realiza durante el período de dormancia de las plantas, cuando hay poca actividad, o bien a inicios de brotación. La púa es un trozo de brote con 1-3 yemas útiles, y se debe insertar en un patrón que tenga un diámetro muy similar o más vigoroso; la púa puede ser colocada como terminal o lateral.

5.2.3. Injerto de Copa

En algunos casos es necesario reemplazar la variedad por otra de mejor calidad o por falta de polini-

zantes; ello requiere un cambio de "copa". Estos injertos deben hacerse sobre árboles adultos cuando la planta tenga su menor actividad; pueden utilizarse los métodos de hendidura o el de cuña.

5.3. Compatibilidad de Injertos

La unión de la variedad sobre el portainjerto en manzano, es un proceso compatible o afín en la mayoría de los casos. En 'Anna' sobre MMI06 o M7 ocurre un sobrecrecimiento en el punto de unión (Foto 2), sin embargo esto no indica un rechazo de ambos componentes, sino solo un diferencial de crecimiento entre ambas partes. La combinación es viable y permanecerá unida sin problema.



FOTO 2. ENGROSAMIENTO EN EL PUNTO DE UNIÓN DEL INJERTO EN MANZANO



FIGURA 3. INJERTOS DE COPA EN MANZANO. (A) DE HENDIDURA. (B) DE CORTEZA

6. PORTAINJERTOS

Para el manzano existen diversos portainjertos (raíces) o patrones para diferentes propósitos. Los hay para controlar el tamaño del árbol resultante de la variedad injertada, para diferente tipo de suelo, así como para evitar el ataque de ciertas plagas o enfermedades. La elección del portainjerto a establecer es tan importante como la variedad, ya que ello influye en la decisión de dónde plantar, a qué distancia, e inclusive en cómo entrenar los árboles. Hay portainjertos franco o de semilla, y los clonales; de estos últimos, los más utilizados son MM 106, MM 111 y el M7, y se les conoce como enanizantes y provienen de programas de mejoramiento genético en Inglaterra (Ferre y Carlson, 1987).

Franco. Se obtiene por semilla, por lo que está libre de virus que atacan al manzano. Al utilizarlo como portainjerto, ejerce un marcado efecto vigorizante sobre la variedad, de tal forma que es la combinación que da el árbol de mayor porte (Fig. 4).. Tiene un gran sistema radicular que se

adapta a suelos con contenido medio de nutrientes y resiste a suelos pesados; sin embargo, se retrasa en iniciar la producción por uno a dos ciclos y los árboles ya injertados en él resultan muy diferentes en sus características de porte y productividad. Es susceptible a pulgón lanígero, pero tolera bien el ataque de *Phytophthora*. Cuando se da un buen manejo el árbol adquiere un gran tamaño, por lo que no es apto para altas densidades de plantación y se recomienda establecerlo con 400 a 500 árboles/ha.

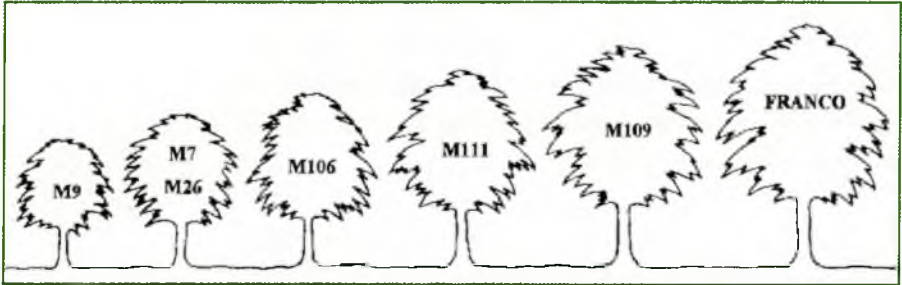


FIGURA 4. TAMAÑO RELATIVO QUE ALCANZAN ARBOLES DE MANZANO INJERTADOS SOBRE DIFERENTES PATRONES

MM 106. Es un portainjerto clonal semienano con un vigor de 50 al 60% en relación al franco, por lo que se puede establecer en densidades de 700 a 900 árboles/ ha. Induce precocidad y elevada productividad. Prefiere suelos profundos y fértiles, aún cuando se adapta a suelos secos, por tener buena

capacidad de absorción de agua; es tolerante a pulgón lanígero y posee relativa resistencia a la pudrición de raíz causada por *Rosellinia*. Entre sus características negativas es ser susceptible a la “pudrición del cuello” producida por *Phytophthora* en suelos con mal drenaje. Es sensible a desarrollar “agallas radiculares” en el tronco (Foto 3), lo cual es un desorden fisiológico que puede afectar el crecimiento y productividad del árbol cuando cubre todo el tronco.



FOTO 3. “NODULACIONES RADICALES” EN TALLO DE PORTAINJERTO MM 106

M7. Induce un tamaño de árbol con un vigor ligeramente más bajo que MM 106, adaptándose a diferentes tipos de suelo, pero requiriendo que sea profundo y con buen drenaje para evitarle enfermedades de la raíz. Pueden plantarse 800 a 1.000 árboles /ha, induce precocidad y alta productividad. Tolerar un poco la pudrición del cuello causada por *Phytophthora*, pero es sensible a *Rosellinia* y *Armillaria*; además es muy sensible al ataque de agalla de la corona, así como al pulgón lanígero. Tiende a emitir mucha rebrotación de sus raíces.

MM 111. Este portainjerto sólo reduce un 25 a 30% el tamaño de un árbol comparado con el franco, por lo que se recomienda plantar de 600 a 700 árboles/ha. Se adapta a diferentes tipos de suelo, tiene raíz horizontal fuerte, buena capacidad de absorción de agua y es recomendable para suelos arenosos a alta densidad de plantación. No tolera alta humedad de suelo. Es ligeramente más tolerante al ataque de la pudrición de cuello por *Phytophthora* comparado con MM-106 y no lo ataca el pulgón lanígero.

Según observaciones del comportamiento de portainjertos en huertos comerciales, bajo las condiciones de suelo y clima prevalentes en la región interandina temperada del país, el Franco y el MM 106 parecen tener la mejor adaptación en cuanto a desarrollo del árbol y producción. En suelos pobres y poco profundos, el Franco se muestra más adaptado.

Existen otros portainjertos como el M2, M9, M26, M27, MI-793, Antonovka, Borowinka, Maruba, etc., los cuales no hay en el país y se desconoce su comportamiento, debiendo tener las reservas del caso. Experiencias en Ecuador y en México indican que ‘Anna’ injertada sobre los patrones MM104 y el MI6 no desarrollan adecuadamente.

7. VARIEDADES

En términos generales, las variedades identificadas como de bajo requerimiento de frío han mostrado una mejor adaptabilidad productiva bajo condiciones tropicales y subtropicales, que aquellas reconocidas como de mediano y alto frío. Es importante indicar que en Asia se reporta a la variedad Rome Beauty (de alto requerimiento de frío) como la principal productora en el trópico; sin embargo, sus rendimientos son bajos y el tamaño de fruta pequeño.



FOTO 4. FRUTO DE ‘ANNA’



FOTO 5. FRUTO DE ‘DORSETT GOLDEN’

Las variedades o cultivares (variedad comercial) explotadas en los valles interandinos templados son **‘Anna’** y **‘Dorsett Golden’**, el primero como el material comercial y el segundo como polinizante (Fotos 4 y 5). Otras variedades de bajo requerimiento de frío como **‘Ein Shemer’** y **‘Slor’** no son recomendables por brotar irregularmente, ser poco productivos y tener fruta de mediana a baja calidad.

‘Anna’. Originada en Israel, es de las más importantes explotadas en regiones con inviernos cálidos donde hay una baja acumulación de frío, así como en zonas donde se produce en sistemas de producción forzada. Es de tamaño medio-grande con 120 a 160 g por fruto, color rojo (70%), firmeza de pulpa media, sabor agridulce y de 120 días de período flor a cosecha. Necesita polinización de otra variedad para un buen cuajado y forma de fruto.

‘Dorsett Golden’. Encontrada en Bahamas como planta libre, es la variedad complementaria a Anna más difundida en condiciones subtropicales. Es de tamaño medio-grande con 120 a 160 g./fruto, color amarillo con tonos rojizos (20 a 30%), firmeza media, sabor agridulce y de 115 días de período de floración a cosecha. Es autofértil y un excelente polinizante para ‘Anna’. Si no se ralea temprano y con intensidad, tendrá mucha carga y tomará un hábito de alternancia, de tal forma que un ciclo tendrá mucha flor y el siguiente poca.

Existen pocos materiales nuevos de bajo requerimiento de frío; y de ellos, **‘Princesa’**, Fla 91-3, y el CP 92-1 parecen prometedores según reportes que destacan su potencial en calidad de fruto y producción. La evaluación preliminar de estos materiales realizadas por el INIAP en la Granja Experimental Tumbaco, indican que sí se adaptan al sistema de producción forzada; las características de fruta y producción se confirmarán en breve.

8. PLANTACION

Para la plantación de árboles, se deben considerar varios aspectos para asegurar no sólo el establecimiento y sobrevivencia inicial, sino también su posterior desarrollo.

8.1. Distancia de Plantación

Hay diversos factores que influyen en la decisión de la distancia de plantación, donde el portainjerto, el cultivar, el sistema de formación, la maquinaria a utilizarse, y el área disponible entre otros, son importantes. De ellos, sin duda, el más crítico es el portainjerto, ya que ejerce un efecto muy directo sobre el tamaño final del árbol; en el caso del Franco, se puede utilizar 4,5 x 4,0 m entre y dentro de hileras, con MM 106 puede ser de 4,0 x 2,5 m, mientras que con M 7 se puede reducir a 3,5 x 2,5 m. Estos marcos de plantación son válidos para terrenos relativamente planos; en el caso de existir pendiente pronunciada, los valores citados cambiarán. El número de árboles/ha que resulta por diferentes distancias entre y dentro de hileras se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Árboles por hectárea según distancias de plantación.

Espaciamiento entre hileras, m	Espaciamiento entre árboles, m						
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
2,0	2500	2000	1677	1428	1250	1111	1000
2,5	2000	1600	1333	1143	1000	889	800
3,0	1677	1333	1111	952	833	741	667
3,5	1428	1143	952	816	714	635	571
4,0	1250	1000	833	714	625	556	500
4,5	1111	889	741	635	556	494	444

Una adecuada distancia de plantación reduce el sombreado excesivo entre árboles, evitando así efectos negativos sobre la productividad y calidad de fruta y disminuye las dificultades en el control de enfermedades y plagas. Si la distancia es muy amplia, es posible que los árboles no cubran el espacio asignado, desaprovechándose el recurso tierra y resultando en un huerto de baja eficiencia.

8.2. Sistema de Plantación

Las diferentes distancias de plantación darán una pauta hacia cuál sistema de plantación habrá de quedar en el huerto. Existen diversas opciones: el esquema “cuadrado” (marco relal) donde las hileras y los árboles dentro de ellas están a la misma distancia; el “rectangular” donde las hileras tienen más distancia entre ellas que la de los árboles dentro de la hilera, y el “tresbolillo”, donde la distancia

entre y dentro de hileras puede ser igual o diferente, pero los árboles de cada hilera contigua van formando triángulos (Fig. 5).

sico del suelo es importante para la toma de decisiones sobre cómo fertilizar y abonar el suelo antes de la plantación.

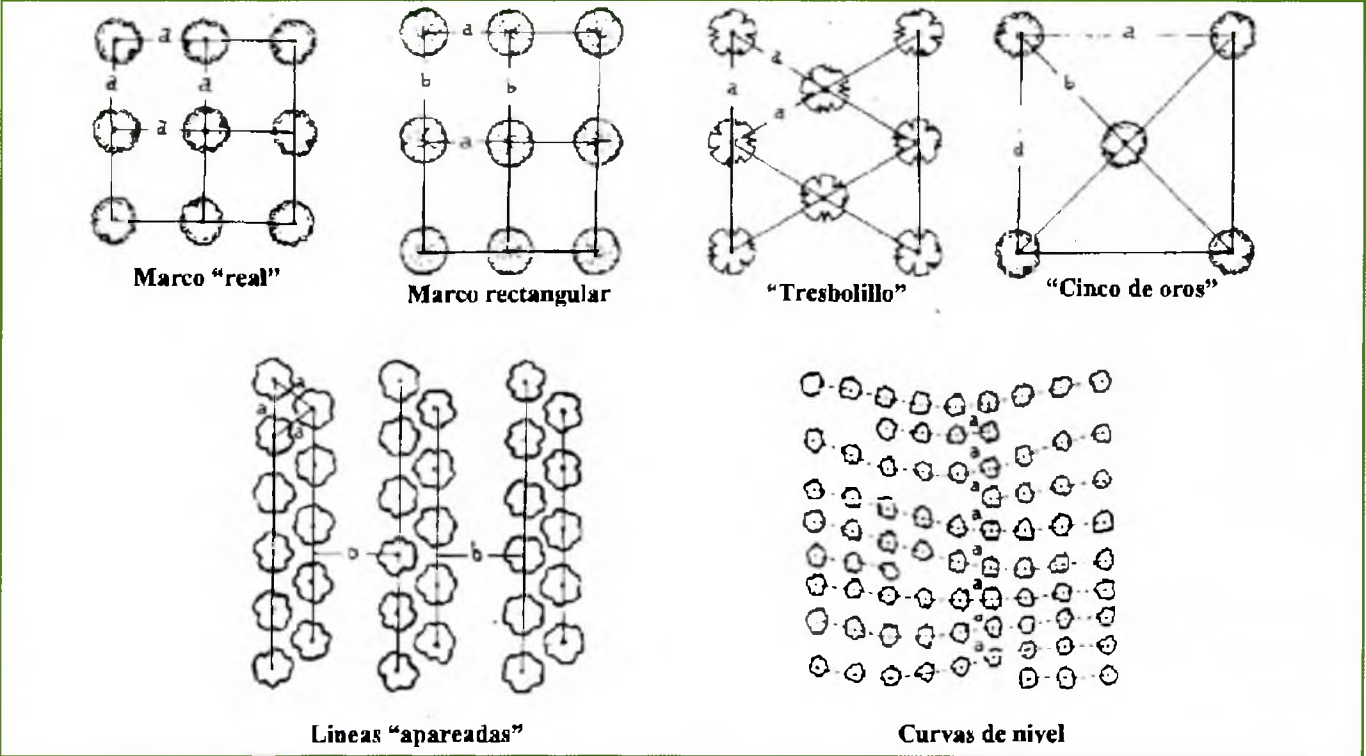


FIGURA 5. SISTEMAS DE PLANTACION EN MANZANO

Estos sistemas son fáciles de establecer en terrenos relativamente planos, mas no así en laderas o pendientes; en estos casos, hay que establecer curvas de nivel o bien terrazas individuales, ajustando las distancias a la pendiente.

8.3. Apertura de Hoyos

Para el establecimiento del árbol, es importante ubicarlo en un lugar donde inicialmente pueda desarrollar sin dificultad su sistema radicular; de ahí que una buena apertura de hoyos es esencial. Su tamaño debe ser lo suficiente para que la raíz pueda acomodarse con facilidad. Las dimensiones pueden ser desde 40 x 40 x 40 cm. Entre más malo sea el suelo en sus características físicas, mayor debe ser el tamaño del hoyo, requiriéndose en algunos casos hasta 100 x 100 x 100 cm.

8.4. Fertilización y Abonadura Inicial

Para asegurar un buen medio en donde estarán las raíces en su desarrollo inicial, es importante que exista una adecuada condición nutricional. Como se mencionó anteriormente, el análisis químico y fi-

Por las condiciones del suelo en la zona interandina temperada, en general se recomienda la aplicación de abono orgánico completamente descompuesto y de fertilizantes químicos, localizados en la zona de desarrollo radicular. Se sugiere colocar en el sitio de plantación 7 a 10 kg./árbol de materia orgánica descompuesta, y añadir potasio y fósforo. El nitrógeno puede aplicarse inmediatamente después del establecimiento del árbol para favorecer el desarrollo inicial. La cantidad a aplicarse está condicionada a los resultados del análisis de suelo y la recomendación del laboratorio y su técnico.

Si en la preparación del terreno se emplea el subsolador, tanto el abono como los fertilizantes deben esparcirse en franjas de 1,50 metros de ancho por la línea de plantación, para que con el paso del equipo se incorporen de manera uniforme; en la franja fertilizada y abonada es donde se plantan los árboles.

8.5. Epoca y Forma de Plantación

Por las características climáticas de los valles interandinos templados, los árboles se pueden

plantar en cualquier época, siempre y cuando se tenga asegurada la humedad del suelo vía lluvia o riego. Es preferible no plantar en época de viento, para evitar que los árboles se inclinen y después se dificulte su formación.

Antes de plantar el árbol, se debe podar ligeramente la raíz eliminando aquellas dobladas o con daños mecánicos; en el hoyo, el sistema radicular debe quedar extendido y bien distribuido. Se debe plantar a la misma profundidad en que se encontraban en el vivero, para después mantener el punto de unión del injerto cuando menos a 10 cm arriba del nivel de suelo, evitando así el posible enraizamiento de la variedad y la pérdida de las características del portainjerto. Es importante que la unión citada no quede demasiado alta, ya que ello puede causar un menor desarrollo del árbol, en particular con los portainjertos clonales. Una vez efectuada la plantación se debe apisonar la tierra para evitar espacios de aire y regar inmediatamente, cuidando mantener con humedad constante, pero no excesiva, a los árboles.

8.6. Tipo de Arbol para Plantación

Un buen árbol para plantación es aquel cuya unión del injerto está a 20 cm del nivel de suelo, tiene grosor mínimo de un diámetro de 9 a 11 mm, y una altura de 50 a 80 cm. El sistema radicular debe ser grande, ramificado y con pelos finos, así como estar sin raíces muertas, dañadas o con tumores o agallas causadas por insectos o enfermedades.

Por lo general las plantas de manzana son puestas a la venta en el momento de receso vegetativo, sin hojas, a raíz desnuda, y con una edad de 7 a 10 meses desde injertación. Si han estado bajo condiciones de cuarto frío (2 a 7°C) y húmedo (90% humedad relativa) por treinta o más días antes de la entrega, hay mejores posibilidades de buen desarrollo inicial. Es importante evitar plantar árboles de más de 2 años, para no tener problemas en su estableci-

miento y manejo posterior. En algunos casos hay árboles en fundas de plástico que se pueden movilizar y plantar en cualquier momento, pero si es planta de mucha edad, el sistema radicular puede estar demasiado apretado y enroscado, afectando así su posterior desarrollo en campo.

8.7. Distribución de Variedades en la Plantación

En manzano, la combinación de variedades en un huerto es una práctica importante para mantener producción y calidad de fruta. En el caso de ‘Anna’ esto es indispensable, ya que es una variedad que necesita el polen de otra variedad para fructificar adecuadamente; ‘Dorsett Golden’ es el polinizante recomendado, ya que desarrolla bien vegetativamente, produce suficientes flores, y puede hacersele coincidir con ‘Anna’ en su época de floración.

Sin embargo, no sólo es importante tener el polinizante, sino también que haya una buena cantidad de ellos y que estén bien distribuidos en el huerto. La relación adecuada de variedad productora con variedad polinizante es 8:1; la cantidad de polinizante puede ser mayor sólo si su fruta es de buena calidad comercial, pero debe cuidarse que no sea menor.

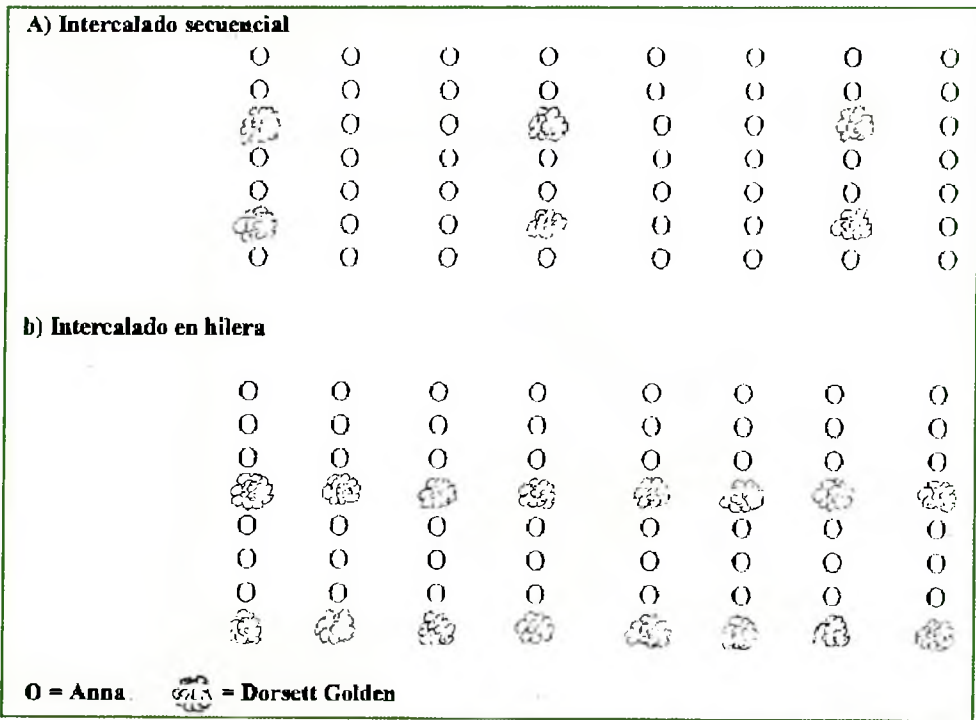


FIGURA 6. SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE VARIEDADES PRODUCTORA (ANNA) Y POLINIZANTE (DORSETT GOLDEN)

La distribución que puede hacerse de las variedades productoras y polinizantes es importante, ya que ello influye en aspectos de manejo de los árboles así como en la actividad de los insectos polinizadores. Básicamente hay dos formas de distribución recomendables (Fig. 6): **a-** colocando a los polinizantes cada tercer hilera en cada tercer árbol, de tal forma que cada uno de ellos tenga a su alrededor sólo árboles de la variedad productora, y **b-** colocando una hilera de polinizante y un bloque de 3-6 hileras de la variedad productora.

Con el intercalado secuencial la distribución de polinizantes es más efectiva, pero presenta el inconveniente de que si las variedades no coinciden totalmente en época de brotación, el manejo de los árboles se dificulta en cuanto a defoliación, etc. Para el intercalado por hileras, la relación de polinizantes con variedad comercial puede reducirse a 3:1, 4:1, o 6:1, lo cual da más posibilidades de polinización, pero aumenta la cantidad de árboles de la variedad polinizante, aunque el manejo se hace más sencillo al tener bloques sólidos de variedades por hileras.

Tanto ‘Dorsett Golden’ como el nuevo cultivar ‘Princesa’ son cultivares autofértiles, y no requieren

de polinizante. Lotes con estos cultivares son productivos sin estar mezclados con otro cultivar.

9. PODA

El propósito de la poda es darle forma al esqueleto del árbol para que resista las producciones futuras, así como para mantener una copa sana y productiva, eliminando ramas improductivas, mal formadas, enfermas y entrecruzadas (Forshey et al., 1992).

Las ramas que se forman en un árbol de manzano, son estructuras importantes para el tamaño y forma del árbol, así como para su producción. Para esto último, las ramas cortas de menos de 20 cm, se clasifican como dardos, lamburdas y brindillas (Fig. 7). Un conjunto de dardos y lamburdas son los llamados centros de producción. Además de producir fruta en centros de producción sobre madera adulta, los genotipos ‘Anna’, ‘Dorsett Golden’ y ‘Princesa’, tienen la característica de poder formar yemas laterales de flor y producir fruta sobre madera de crecimiento nuevo.

El manzano debe recibir poda severa durante el período de formación (1ero. al 4to. ciclos), para que el

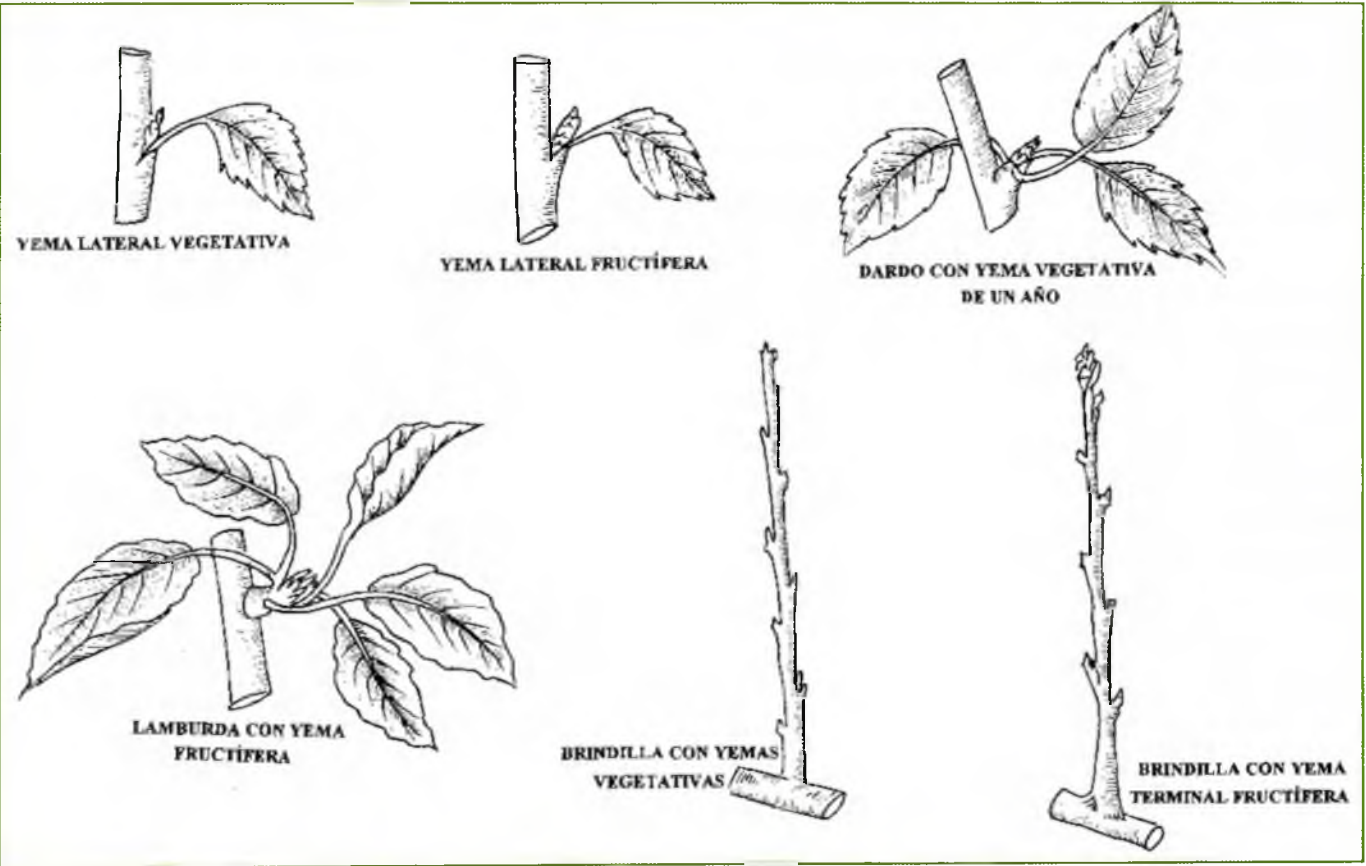


FIGURA 7. TIPOS DE ESTRUCTURAS Y YEMAS (VEGETATIVAS Ó FRUCTÍFERAS) EN MANZANO. UN CONJUNTO DE LAMBURDAS ES LO QUE SE CONOCE COMO “UNIDAD DE PRODUCCIÓN”

árbol adquiera su estructura básica; a partir del 5to. ciclo, los árboles deben ser podados con menos severidad, eliminando sólo un 25 o 30% de su madera.

La necesidad de poda de un árbol adulto está relacionada, entre otros factores, con el sistema de conducción, la densidad de plantación y el tipo de portainjerto. Plantas de ‘Anna’ sobre patrones vigorosos necesitan distancia de plantación amplia y poda para la formación de centros de producción; en cambio plantas injertas sobre MM106 necesitan menos distanciamiento y poda de raleo de centros de producción para permitir cierto desarrollo vegetativo y mantener el equilibrio de la planta.

La poda se clasifica de acuerdo a su objetivo en: poda de formación, poda de fructificación y poda en verde. Una vez que el árbol fue plantado y se desarrolla por un período de 5 a 7 meses, se inicia la poda de formación; subsecuentemente se podará en cada nuevo ciclaje de 6 a 8 meses.

9.1. Poda de Formación

Esta poda permite que el árbol forme desde joven su estructura o esqueleto adecuado, mediante la selección de las ramas mejor ubicadas. La intensidad de la poda depende de varios factores, principalmente del sistema, densidad de plantación y de la conformación de la copa en vaso, piramidal o huso, espaldera, etc.

Para alcanzar el objetivo de esta poda, es importante que en el árbol recién establecido broten el máximo de yemas, para así tener de donde escoger brotes que darán la forma inicial al árbol. También es crítico que no cargue mucha fruta, ya que ello compite con el crecimiento vegetativo y su vigor; puede dejársele carga siempre y cuando ello no limite el desarrollo del árbol, que debe ser de aproximadamente 50 a 100

cm por ciclo durante los primeros 2 años. Así, habrá que eliminar total o parcialmente los frutos en ese período.

La formación que se le puede dar al árbol de manzano es diversa, destacando como los más utilizados el de copa o vaso, y el de pirámide o líder central.

9.1.1. Sistema de Vaso

Primer Ciclo: Luego de la plantación se realiza el despunte del eje principal; la altura varía de 0,70 a 1,0 m de acuerdo al tamaño original; esto estimula la brotación de yemas. Es importante eliminar to-

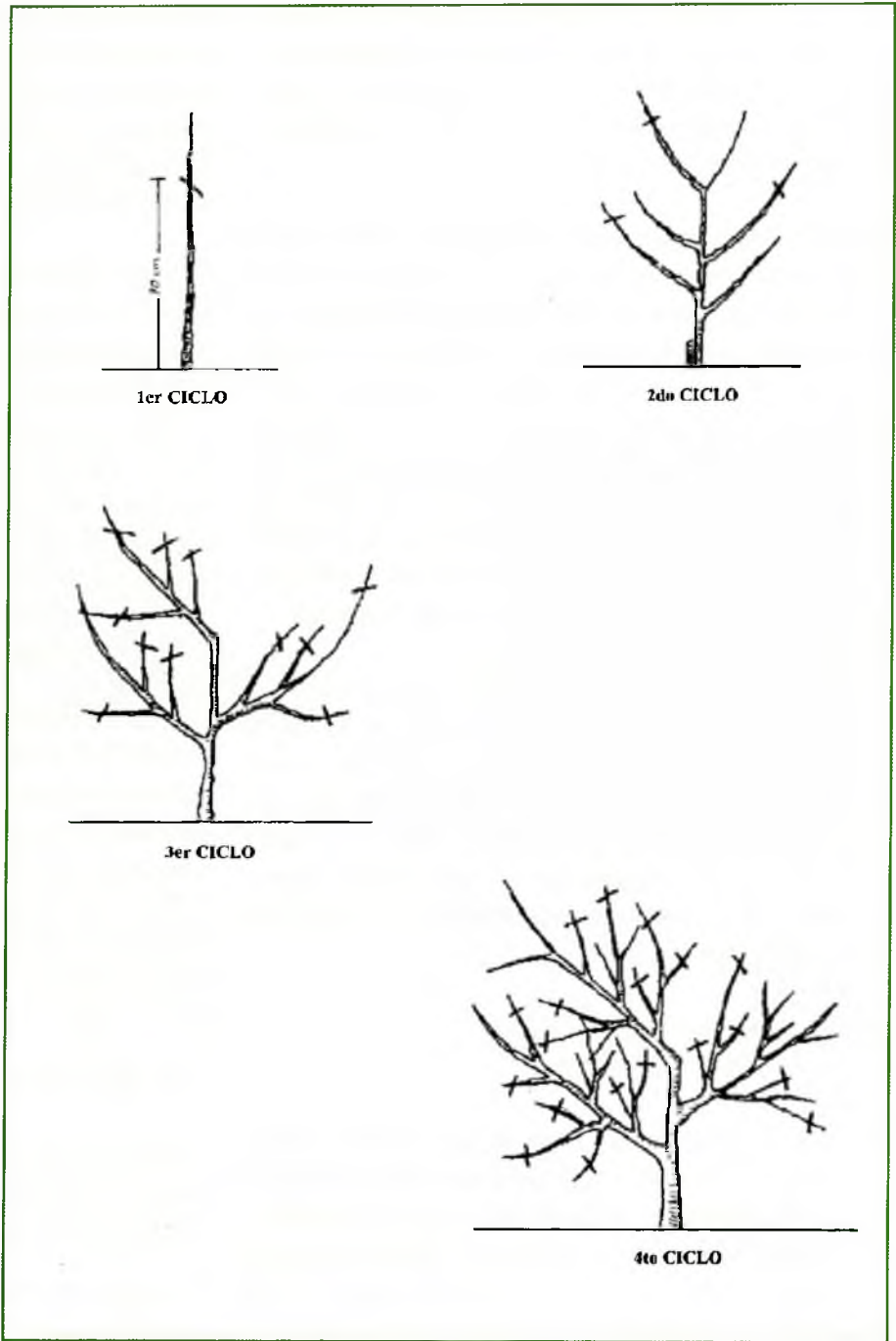


FIGURA 8. SISTEMA DE PODA EN VASO POR CUATRO CICLOS DE CRECIMIENTO DESDE PLANTACIÓN. (Las líneas indican los cortes de poda)

das las flores que aparezcan para evitar su fructificación precoz y la formación de centros de producción; ello permitirá el desarrollo de brotes vegetativos que se conviertan en ramas primarias en ese ciclo (Fig. 8). Después de 40 a 60 días de la brotación, puede hacerse una poda en verde, eliminando brotes que estén mal ubicados y que no van a contribuir en el esqueleto del árbol.

Segundo Ciclo: Se seleccionan 3 a 4 ramas bien dispuestas alrededor del tronco, las que se constituirán en ramas principales; éstas no deben salir de un mismo lugar o altura, y estas sobre los 30 cm del suelo. Las ramas principales seleccionadas se despuntan a la misma altura sobre una yema que vaya hacia fuera, estimulando así la ramificación secundaria. Después de la poda se deben abrir las ramas principales en ángulos de 45 grados, con separadores de madera, guadua o carrizo, pudiendo colocarle a los extremos clavos “sin cabeza”, para una mayor fijación al tronco o rama.

Tercer Ciclo: Se procede a despuntar la rama principal sobre una yema hacia fuera, y se seleccionan 3 ó 4 ramas secundarias que salgan lateralmente y se encuentran bien distribuidas a lo largo de la rama principal. Se despuntan las ramas secundarias seleccionadas, de tal forma que cada rama principal se constituya en una pirámide. Esta poda estimula el desarrollo de nuevas ramas secundarias en la parte alta de la principal y de las ramas terciarias en la secundarias. Hay que mantener la apertura de ramas a 45 grados y abrir las nuevas ramas que así lo requieran.

Cuarto Ciclo: Se seleccionan dos ramas secundarias en la parte alta de la principal, además de escoger 3 ó 4 ramas terciarias en las secundarias, con el mismo criterio con que se seleccionan las anteriores. Si el vigor de la planta es adecuado se procede a despuntar únicamente ramas secundarias y terciarias, dando a cada rama principal y secundaria la forma piramidal.

9.1.2. Sistema de Pirámide o Líder Central

Primer Ciclo: Después de la plantación se despunta el eje central del árbol a una altura de 0,5 a 1,0 m dependiendo del tamaño original de la planta; el despunte debe ser realizado sobre una yema opuesta al lado hacia donde está el injerto para mantener la verticalidad del eje central (Fig. 9). La

poda estimula la brotación de yemas. Las flores que aparezcan deben ser eliminadas para permitir únicamente la reacción vegetativa de la planta. Después de 40 a 60 días de la brotación puede hacerse una poda en verde, para eliminar brotes mal ubicados que no van a ser componentes importantes de la estructura del árbol.

Segundo Ciclo: Se seleccionan 5 ramas dispuestas a diferentes alturas a lo largo del eje central, de tal forma que cada una cubra determinado espacio alrededor del tronco; su separación debe estar entre los 20 y 30 cm, y la más inferior debe estar de 40 a 60 cm del nivel del suelo. Se procede luego al despunte del eje central sobre una yema hacia fuera para que el árbol tome la forma piramidal. Las principales deben ser abiertas a 45 grados con separadores. Con esta poda se estimulan los crecimientos secundarios. No debe dejar cargar mucha fruta al árbol, y en particular donde está formando su estructura primaria y en el eje central.

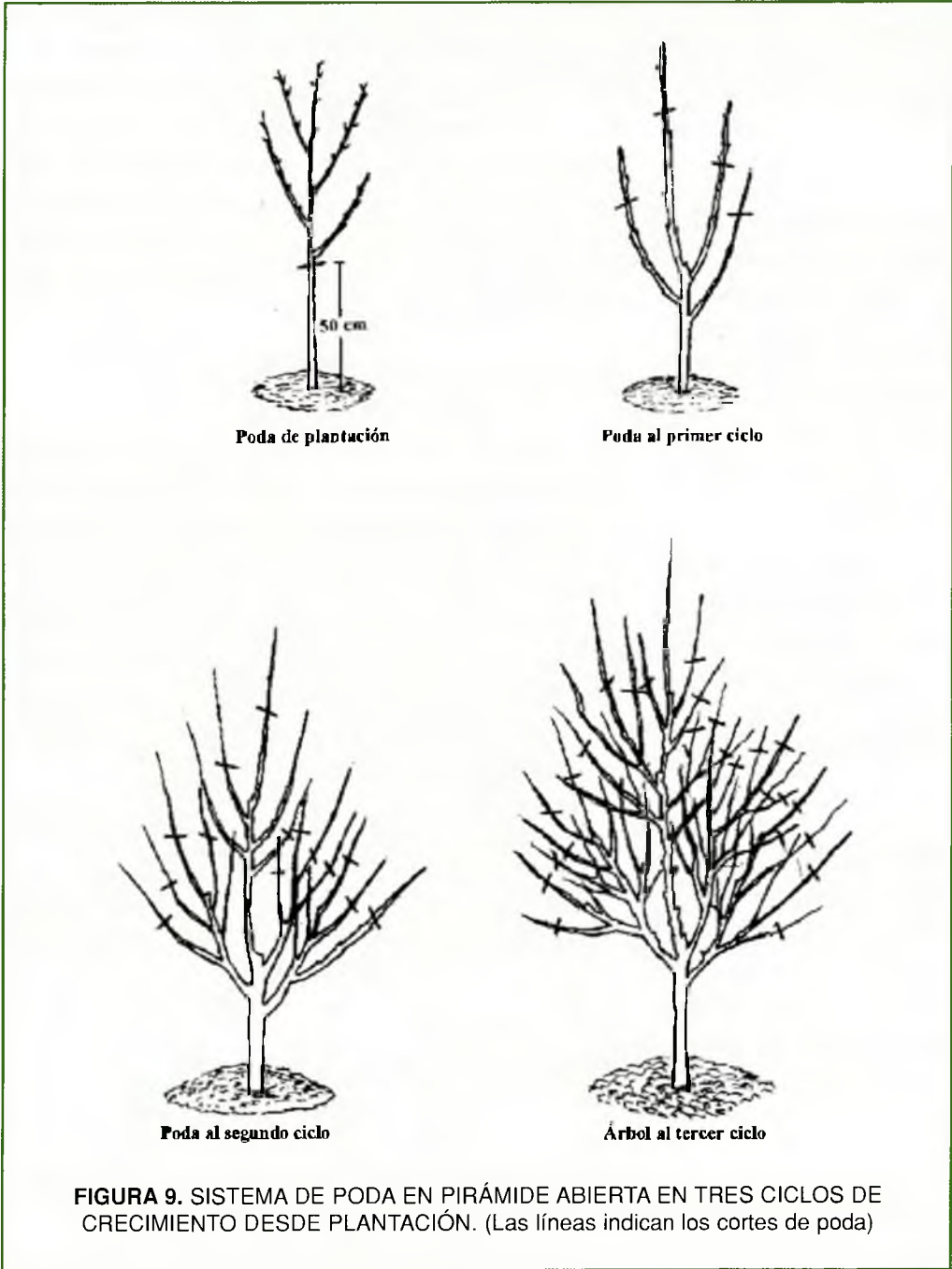
Tercer Ciclo: En cada rama principal se seleccionan 3 ó 4 ramas secundarias bien ubicadas, para después despuntar el eje central, ramas principales y secundarias, de tal forma que el árbol en general y cada rama principal con las secundarias tomen la forma piramidal. Hay que mantener y/o abrir las nuevas ramas a 45 grados cuando se requiera. Esta poda permite el desarrollo de ramas terciarias. No dejar cargar fruta en las ramas estructurales en desarrollo, y si existe poco desarrollo vegetativo eliminar toda la fruta.

Cuarto Ciclo: De cada rama secundaria se seleccionan 2 ó 3 ramas terciarias, se despuntan las diferentes ramas del árbol manteniendo la forma piramidal. En todos los casos, es importante que el despunte no sea muy severo, de tal forma que el árbol vaya llenando el espacio asignado entre y dentro de las hileras. La carga de fruta puede ser mayor, pero en ningún caso si el desarrollo vegetativo es bajo.

9.2. Poda de Fructificación

Luego del cuarto ciclo (24 a 30 meses), se considera que la estructura del árbol está formada y se inicia la etapa productiva.

La poda de fructificación procurará mantener el equilibrio entre los órganos vegetativos (yemas y



ramas de madera) y de producción (brindillas, dardos, lamburdas, bolsas), permitiendo además la penetración de la luz y aire hacia la parte interior de la copa del árbol.

Según el estado de equilibrio de cada rama principal se procede a la poda desde la parte terminal hacia abajo, procurando mantener su forma piramidal. La mayor parte de centros de producción (brindilla, dardos) y los vegetativos se deben mantener lo más cerca a la parte media del árbol. Si existe mucho crecimiento vegetativo, se elimina parte de este. Preferentemente no se despuntan las ramas principales para estimular la formación de yemas productivas, para detener el

crecimiento vegetativo y para restaurar el equilibrio del árbol.

En un árbol se puede requerir de diferente poda para estimular crecimiento vegetativo o bien inducir la formación de madera productiva. Esto se regula con la intensidad de despunte que se hace a las ramas nuevas. Si se le elimina sólo la yema terminal o una parte pequeña terminal del brote, surgirán 1 a 2 brotes laterales vigorosos cercanos al corte, mientras que las demás yemas más basales brotarán y quedarán como dardos o lamburdas; en la medida que el corte es más severo, la respuesta vegetativa es mayor y se reduce la formación de yemas fructíferas.

Es común observar árboles adultos de 6 a 8 años con un porte

bajo (menos de 1,8 m de altura y un diámetro de copa de 1 a 1,5 m), los cuales no alcanzan a llenar el espacio asignado desde la plantación. Esta situación se asocia a condiciones en que se ha hecho producir mucho a la planta, descuidando su desarrollo vegetativo. Así, hay pocas ramas nuevas, la madera fructífera de dardos y lamburdas es muy débil, el árbol florece y cuaja fruta abundantemente y la fruta resulta de tamaño pequeño. La manera de revigorizar este tipo de árboles no es a base de poda severa, sino que requiere de una estrategia integral de manejo que incluye poco o nada de carga de fruta por uno o dos ciclos, fertilización y riego abundante, y poda “fina” donde las ramas fructíferas con sus

dardos y lamburdas deben ser parcialmente eliminados para inducir nuevos crecimientos más vigorosos. De no hacer estas prácticas el árbol se debilitará más y será improductivo en una edad que aún no debería.

Para evitar llegar a la situación anterior es importante no cargar a los árboles jóvenes con mucha fruta, sino dejar sólo lo suficiente que a la vez permita tener un adecuado crecimiento vegetativo para llenar los espacios asignados en la plantación. Una vez que la planta logre esto último, entonces se puede dejar más fruta, cuidando que exista suficiente follaje para alcanzar calidad de cosechas y asegurar continuidad de producción.

Todos los aspectos antes enunciados sobre poda, son válidos solamente si la brotación es alta; si hay problemas de apertura de yemas por estado inadecuado del árbol o malas prácticas de aplicación de productos inductores de brotación, la respuesta a los cortes de poda resultan impredecibles.

9.3. Poda en Verde

Esta poda se puede realizar cuando el árbol está en crecimiento vegetativo y puede ser para afinar la estructura de la planta cuando está en etapa de formación o bien cuando está en etapas productivas. En el primer caso, se eliminan aquellas ramas que a las 4-6 semanas después de brotación, se puede establecer que serían cortadas en la época normal de poda.

La poda en verde en etapa productiva se realiza cuando el árbol está en crecimiento vegetativo y tiene por objeto la eliminación total o parcial del exceso de ramas vegetativas y chupones que reducen la entrada de luz al centro de la planta, afectando ahí la productividad o la calidad del fruto. En algunos casos se pueden despuntar los chupones a 2 ó 3 yemas para que formen centros de producción.

10. FERTILIZACION Y ABONADURA DE MANTENIMIENTO

El sistema de producción forzada implica tener una condición nutrimental adecuada para que el árbol desarrolle y produzca eficientemente por muchos años. La planta debe ser nutrida progresivamente

con mayor cantidad a medida que avanza en edad, hasta que alcanza una etapa adulta productiva; desde joven a adulto, el árbol va teniendo un aumento en el crecimiento de ramas y raíz, en la cantidad de frutos producidos, y en la formación de flores. Una vez que la planta está en su potencial fructífero al tercer-cuarto año, hay que mantener los niveles nutricionales para conservar crecimiento y producción en cada ciclo.

10.1. Extracción de Nutrientes

Un aspecto importante para la fertilización del manzano, es conocer qué cantidad de nutrientes se extraen del suelo en una cosecha, de tal forma que sirva de referencia de cuánto mínimo hay que reponer. En términos generales, hay alta absorción de nitrógeno (N), potasio (K), y calcio (Ca), y mediana de magnesio (Mg) y fósforo (P); estos elementos se les encuentra principalmente en frutos y hojas, órganos que se separan de la planta sea por cosecha o la defoliación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Extracción de nutrientes (kg por hectárea) del suelo en huerto de manzano con producción de 20 t/ha/ciclo.

Organo	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	Calcio (CaO)	Magnesio (MgO)
Fruta	10	7	30	2	1
Hojas	22	3	27	49	14
Fruto caído/Yemas	5	1	7	2	1
Madera podada	5	2	2	16	1
Tallos	8	4	8	26	2
Total	50	17	74	95	19

Adaptado de: Trocme y Grass, 1979.

10.2. Diagnóstico Nutricional

Para decidir cuánto y con qué fertilizar, es importante conocer la situación del huerto en cuanto al nivel de fertilidad del suelo y sus características físicas, así como el estado nutrimental del árbol. Con esa información se puede elaborar un diagnóstico y elaborar un plan de fertilización.

10.2.1. Análisis de Suelo

El análisis de suelo es importante para conocer la situación de los nutrientes en el mismo, pero debe ser complementado con otros criterios para establecer la recomendación de la fertilización. Por la profundidad y distribución de la raíces en los árboles, es difícil que el sitio de muestreo sea lo suficientemente represen-

tativo para ser válido; además, no establece cuánto de los nutrientes encontrados están disponibles.

Como factores críticos del suelo están el pH, que de estar entre 7,5 a 8,5 será causante de posibles deficiencias de micronutrientes como zinc (Zn), hierro (Fe), manganeso (Mn), y boro (B); bajar ese nivel del pH es muy difícil. Otro factor importante es la conductividad eléctrica, que refleja el contenido de sales y debe de ser de menos de 2,0 mmhos/cm; si es más alta puede haber toxicidad de sales y hay menos absorción de agua y consecuentemente de nutrientes, además puede afectar la permeabilidad del suelo y la filtración de agua. Para los suelos de los valles interandinos de la sierra, resulta importante la relación de contenidos de K, Ca, y Mg, ya que dependiendo de las cantidades presentes pueden ocurrir bloqueos mutuos de absorción por las raíces. En la mayoría de suelos muestreados en la sierra, las concentraciones de estos elementos aparecen altas, aún cuando esto no necesariamente indica disponibilidad al árbol. Es importante tomar en cuenta las observaciones que haga el laboratorio donde analiza su muestra, además de consultarlo con su técnico o en la Granja Experimental, para establecer las prácticas necesarias de mantenimiento o corrección.

10.2.2. Análisis de Hojas

Para conocer el estado real nutricional del árbol, debe tenerse información de las hojas; en ellas se refleja de manera directa el nivel de los nutrientes y permite hacer un diagnóstico más confiable para recomendaciones de fertilización. Siempre debe utilizarse la información del análisis de suelo como complemento informativo para la interpretación final.

El muestreo foliar debe hacerse entre los 110 a 130 días después de la brotación, lo que en ‘Anna’ coincide con la cosecha. Es solo en ese tiempo, cuando los valores obtenidos se pueden comparar con los establecidos por diversos autores. Las hojas a muestrear deben ser tomadas de la parte media del crecimiento nuevo y estar sanas (Fig. 10); se colectará una hoja por árbol y pueden tomarse hasta 50 hojas por muestra. No mezclar hojas de diferentes va-

riedades. La muestra debe ser colocada en funda de papel y no de plástico, para evitar posible contaminación patogénica y enviarse a la brevedad al laboratorio; es importante proporcionar datos de variedad, edad, producción, fertilización al suelo y foliar, riegos, y longitud del crecimiento nuevo, para tener más información que fundamente el diagnóstico.



FIGURA 10. LAS HOJAS MUESTREADAS PARA ANÁLISIS FOLIAR DEBEN TOMARSE DE LA PARTE MEDIA DE LOS BROTES A LOS 110-130 DÍAS DESPUÉS DE LA FLORACIÓN

Los valores obtenidos del análisis foliar se deben comparar con tablas ya establecidas (Cuadro 4), y en base a la información disponible de análisis de suelo, producción, crecimiento vegetativo e historial de fertilización, interpretar los resultados y definir las recomendaciones de fertilización para el siguiente ciclo.

Cuadro 4. Valores nutricionales en hojas de manzano.

Elemento	Deficiente	Normal	Exceso
Nitrógeno (%)	1,07-1,89	1,90-2,6	2,7-3,0
Fósforo (%)	0,10-0,13	0,14-0,4	>0,4
Potasio (%)	1,00-1,49	1,50-2,0	>2,0
Calcio (%)	<1,2	1,20-1,6	>1,6
Magnesio (%)	0,20-0,24	0,25-0,4	>0,4
Hierro (ppm)	40-49	50-300	>300
Zinc (ppm)	15-19	20-100	>100
Manganeso (ppm)	20-24	25-200	201-300
Cobre (ppm)	4 - 5	5 - 50	>50
Boro (ppm)	20-24	25-50	>50

Fuente: Jones, et al., 1991.

10.2.3. Sintomatología Visual

Esta forma de diagnosticar la situación nutricional del árbol es válida pero tardía, ya que cuando se presenta el síntoma de deficiencia o exceso, ya ha ocurrido un efecto negativo. El reconocimiento veraz y oportuno en campo es importante para hacer las correcciones pertinentes; sin embargo, cuando no se conozca con exactitud cuál es el problema, se puede hacer uso del análisis foliar para identificarlo. Para ello hay que hacer un análisis de contraste, tomando separadamente hojas “problema” y “normales”, cuidando que sean de la misma posición y edad. Los valores obtenidos de cada tipo de hoja se comparan entre sí, para encontrar alguna diferencia entre los nutrientes; no se compararán con los valores de la tabla 3, ya que este muestreo no se ajusta a las normas establecidas para ello.

La sintomatología de deficiencias o excesos nutricionales en hojas, ramas ó frutos, es característica para cada elemento.

Nitrógeno: Con deficiencias hay amarillamiento general y temprano en hojas, crecimiento vegetativo reducido, poca formación de flores, y frutos pequeños. Los excesos se caracterizan por mucho crecimiento vegetativo, hoja grande y verde oscuro, poca fruta que resulta con poco color, de textura suave y sin sabor.

Fósforo: Su deficiencia detiene el crecimiento vegetativo, la hoja se torna verde oscuro en época temprana, la cual se torna púrpura o rojiza a fines de ciclo cerca de la cosecha (Foto 6). Los excesos no son frecuentes.

Potasio: La falta de este elemento se manifiesta en hojas basales de los crecimientos nuevos, las cuales se tornan cloróticas y rojizas en los bordes que después se vuelven necróticos, enrollándose hacia el haz (Foto 7); a los frutos le falta tamaño, color y sabor. ‘Dorsett Golden’ es más sensible que ‘Anna’ a la deficiencia de K.

Calcio: En término general, no es fácil detectar visualmente su deficiencia en hoja, encontrándose más fácilmente en fruto donde aparecen manchas circulares oscuras sobre la cáscara a mitad o fines del ciclo; esta mancha también está dentro de la pulpa, la cual al masticarse es de sabor amargo y de ahí su nombre “mancha amarga”.

Magnesio: La carencia se refleja en una clorosis marginal en hojas basales, la cual se inicia desde el ápice de la hoja en forma de “V” invertida; si continúa, se torna necrótico el margen y la hoja puede caer (Foto 8). En algunos casos se presenta en unidades fructíferas donde hay mucha fruta. ‘Dorsett Golden’ es más sensible a esta deficiencia en relación a ‘Anna’.

Zinc: Árboles con deficiencia produce hojas cloróticas, pequeñas y angostas, presentándose en la parte terminal de ramas; el crecimiento vegetativo es corto y en casos severos no se desarrolla (Foto 9). Es común que se manifieste en sólo una parte del árbol y después avance progresivamente al resto. Observaciones preliminares de INIAP sugieren que ‘Princesa’ tiene más altos requerimientos de este elemento en comparación a ‘Anna’.

Hierro: Las hojas con falta de hierro son cloróticas pero mantienen las nervaduras verdes, sin que el tamaño sea afectado (Foto 10); ocurre en el ápice de crecimiento nuevo, aun cuando puede presentarse en todo el árbol si la deficiencia es severa.

Boro: Su carencia puede provocar una detención de crecimiento muy similar a la falta de zinc; las hojas también son pequeñas pero no necesariamente cloróticas. En el tronco puede aparecer el llamado “sarampión”, donde la corteza se seca en pequeñas áreas. En el fruto se manifiesta como manchas oscuras superficiales que cuando se presentan en la parte apical impiden ahí el desarrollo resultando en un fruto deforme; en el fruto maduro las manchas se encuentran extendidas a la pulpa y aparecen con consistencia corchosa (Foto 11).

Manganeso: Las hojas con deficiencia muestran una clorosis intervenal que inicia en hojas adultas; hay un verde pálido progresivo entre las venas y un verde oscuro en éstas. También puede presentarse en hojas de mediana edad

10.3. Fertilización

Una vez que se establezca cuál es la necesidad de fertilizante, es importante considerar las fuentes, así como la época y forma de aplicación. Las características de suelo son importantes en esta decisión. El Programa de Fruticultura del INIAP ha iniciado recientemente algunos estudios sobre nutri-



FOTO 6. DEFICIENCIA DE FÓSFORO EN HOJA



FOTO 10. DEFICIENCIA DE HIERRO EN HOJA



FOTO 7. DEFICIENCIA DE POTASIO EN HOJA



FOTO 8. DEFICIENCIA DE MAGNESIO EN HOJA



FOTO 9. DEFICIENCIA DE ZINC EN HOJA



FOTO 11. DEFICIENCIA DE BORO EN FRUTO DE MANZANO

ción del manzano, y aún no existen datos que lleven a recomendaciones específicas.

Según la experiencia de otras localidades, y el comportamiento de los árboles en la región interandina temperada, para un huerto que alcance un rendimiento de 25 tm/ha se recomienda la aplicación mínima de 100 kg de N/ha, 20 a 60 kg de P/ha, y 120 kg de K/ha; la cantidad dependerá de los análisis foliar y de suelo, y de las condiciones del cultivo, cuidando no sobrefertilizar con P ó K, ya que pueden ocasionar bloqueos de absorción de otros elementos como Zn, Mg, Ca. Se conoce que el nitrógeno se mueve fácilmente en el suelo, por lo que su ubicación en cuanto a posición y profundidad no es muy crítica; sin embargo, el fósforo y el potasio son poco móviles, y deben aplicarse a mayor profundidad (20 a 30 cm) y donde haya raíces (Trocme y Grass, 1974).

Un aspecto importante de la fertilización es el sitio de aplicación del fertilizante, ya que cuando la planta es joven se debe colocar de forma directa abajo de la copa del árbol, pero cuando ya es adulto el tratamiento debe ser en toda el área del huerto, ya que

las raíces de los árboles estarán ampliamente distribuidas por todo el terreno y hay que aprovechar los diferentes puntos donde pueda haber absorción de los nutrientes.

La fertilización de calcio o magnesio al suelo sólo se justifica si están en baja cantidad o disponibilidad, lo cual ocurre principalmente con pH ácidos de menos de 5,0, situación que no es común en los valles interandinos temperados. Si los niveles están bajos en las hojas, es recomendable su corrección vía foliar. Se puede aplicar nitrato de calcio a 500 g/100 lt de agua desde cuajado de fruto y aumentando a 1 kg/100 lt cercano a la cosecha en 3 a 5 aplicaciones por ciclo; también se puede suplir vía quelatos de calcio.

En cuanto a Mg, la aspersión de sulfato de magnesio 2 kg/100 lt o bien quelato de magnesio, corrige la deficiencia cuando se hacen 3 a 5 aplicaciones en el ciclo dependiendo de la severidad del problema.

La situación de los nutrientes en manzano 'Anna' cultivado en los valles interandinos temperados, ha sido caracterizada por INIAP mediante análisis foliares. Potasio, zinc, magnesio y ocasionalmente hierro y boro, son los elementos que con más frecuencia se les encuentra en niveles bajos, lo cual se confirma con las sintomatologías visuales detectadas en las fincas. También se observa una diferencia entre cultivares, donde 'Dorsett Golden' muestra más sintomatologías de deficiencia de potasio, magnesio y boro.

Para la corrección y mantenimiento de niveles adecuados de micronutrientes, es más recomendable proveer a los árboles de estos elementos vía aspersiones foliares; su acción es rápida y es relativamente fácil satisfacer las necesidades.

Para corregir Zn se puede aplicar sulfato de zinc, 2 kg/100 lt cuando el árbol está sin follaje, o bien 3 a 5 aplicaciones/ ciclo con una mezcla de sulfato de zinc a 1 kg + 400 g de cal apagada /100 lt durante vegetación; también pueden usarse quelatos de zinc. El manganeso también puede suministrarse como aspersión de sulfato de manganeso 4 kg/ 100 lt cuando la madera está sin follaje, y/o 3 a 5 aspersiones al follaje a 0,5 kg + 0,12 kg de cal apagada/100 lt; los quelatos de manganeso también son una opción de corrección. En el caso del boro se

pueden colocar 20 kg de bórax/ha; a nivel foliar, aspersiones de pentaborato sódico (17% de boro) a dosis de 2,5 g/lt, pueden corregir síntomas, o bien la aplicación de quelatos de boro en 2 a 4 aspersiones a inicios del desarrollo del fruto.

En situaciones donde exista un problema de deficiencia con 2 o 3 micronutrientes, se pueden hacer aspersiones foliares de mezclas con los elementos específicos, evitando combinar más de 3 productos. El calcio, en cualquiera de sus formas, es un nutriente que debe ser aplicado solo, ya que en muchos casos no se mezcla bien con otros fertilizantes foliares.

10.4. Época de Fertilización

La primera aplicación de N, P ó K al suelo, puede hacerse desde que los árboles pierden su follaje hasta justo antes de brotación; del nitrógeno puede darse 66% de la dosis total, mientras que del fósforo y potasio el total. Una segunda fertilización nitrogenada se dará a los 60 días después de la brotación. Este esquema de fertilización puede proveer de nutrimentos en etapas críticas del desarrollo del árbol, para el crecimiento de ramas, hojas, fruta y raíz, así como de formación de flores.

10.5. Aplicación de Abono Orgánico

La adición de materia orgánica en forma de estiércol descompuesto, compost, humus u otra fuente, es importante para mejorar varios aspectos físicos y químicos del suelo, como la estructura, su aireación y penetración de agua, la retención de humedad, la estabilización de micronutrientes y el intercambio de ciertos nutrientes. Entre más descompuesto esté el abono orgánico, más rápido los efectos benéficos del mismo. En términos generales, la aportación de nutrientes es mínima en relación a las necesidades de árboles en producción, por lo que siempre debe tenerse en cuenta el fertilizar químicamente. La cantidad a aplicar está en función del análisis de suelo, y podrá ser de 5 a 10 ton/ha de gallinaza descompuesta (o equivalente de otra fuente), cada 2 ciclos de producción.

Un ejemplo sobre fertilización según resultados de análisis de suelo y foliar y condición del huerto, se establece en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Ejemplo de fertilización en manzana ‘Anna’ según los resultados de análisis de suelo y foliar.

Condición del huerto: suelo franco arenosos; árboles de 5 años sobre patrón MM106; rendimiento de 20 ton/ha en los últimos dos ciclos; crecimiento vegetativo de 15 cm; riego disponible; fertilización a base de 80 kg N, 60 kg P, y 80 kg K / ha en los últimos 3 ciclos; aspersiones foliares de N, K, Zn, Mg, Bo; aplicación de 5 kg/árbol de abono.

Resultados de análisis de suelo		Resultados de análisis foliar	
Materia orgánica (%)	2,35	Nitrógeno (%)	2,15
pH	7,10	Fósforo (%)	0,13
Fósforo (ppm)	123,00	Potasio (%)	1,54
Zinc (ppm)	146,00	Calcio (%)	0,96
Cobre (ppm)	27,40	Magnesio (%)	0,17
Manganeso (ppm)	7,10	Zinc (ppm)	43,70
Boro (ppm)	0,80	Cobre (ppm)	5,70
Potasio (meq/100g)	0,70	Hierro (ppm)	121,00
Calcio (meq/100g)	6,74	Manganeso (ppm)	101,00
Magnesio (meq/100g)	2,34	Boro (ppm)	31,00

Observaciones:

En **suelo**, el nivel de materia orgánica es media a baja y conviene continuar aplicando. El pH es adecuado por lo que no se prevén problemas serios de deficiencias inducidas de microelementos. Los niveles de P, Zn, Cu, K, Ca y Mg están altos, mientras que el Mn está medio y el B bajo.

En las **hojas** los niveles de todos los elementos, excepto P, Ca y Mg, están normales.

- * Continuar con la aplicación de abono, para mantener y/o elevar el contenido de materia orgánica.
- * Fertilizar con 120 kg N/ha para estimular nuevo crecimiento vegetativo y mantener rendimiento.
- * No aplicar K al suelo en este ciclo ya que aún hay suficiente en suelo y en hoja está a nivel adecuado.
- * Aplicar 40 kg P/ha para intentar aumentar este elemento en el árbol, y dar 2 a 3 aplicaciones foliares con P durante el ciclo y después de cosecha.
- * Aun cuando el Ca y Mg están altos en suelo, hay cierto bloqueo para tomarlos por el árbol y están deficientes en la hoja; aplicar estos elementos vía foliar dando 4 a 5 aspersiones durante el ciclo.
- * Continuar con las aspersiones de Zn y B para mantener los niveles normales foliares; incluir Mn para evitar deficiencia.

II. RIEGOS

El mantener un adecuado nivel de humedad en el suelo y de agua en los árboles, permitirá un desarrollo vegetativo normal para la combinación patrón - variedad, la formación de unidades fructíferas, producción adecuada y cosecha de calidad. Cuando no haya suficiente lluvia que asegure las necesidades de agua del manzano, será necesario dar riegos al cultivo.

La información de riegos aquí presentada, se deriva de observaciones y experiencias obtenidas en las Granjas Experimentales del INIAP, así como en huertos comerciales. No existen aún datos experimentales que indiquen con precisión, cuál es la cantidad y método adecuado de riego para las condiciones de los valles interandinos temperados.

Según cálculos realizados por Díaz (no publicados) en base a datos climatológicos de la zona de Tumbaco, la cantidad de agua perdida por ciclo en un huerto de manzano, vía evaporación y transpiración desde brotación a la siguiente defoliación (150 a 180 días), es de aproximadamente 500 mm ó 5.000 m³/ha; ésta cantidad de agua debe reponerse vía riego o lluvia. Así, por unidad de superficie por ciclo, se debe dar riego total equivalente a una lámina de agua de 50 cm por hectárea. El uso del agua es gradual durante el ciclo, siendo bajo al inicio, y aumentando progresivamente hasta un máximo al aproximarse la cosecha; después de la cosecha las necesidades bajan nuevamente (Trocme y Grass, 1979).

Los sistemas de riego a utilizar pueden ser de corona o cocha, surcos, melgas, y los presurizados de goteo y microaspersión (Fig. 11). Los tres primeros tienen un bajo costo de instalación, requieren de alto volumen de agua, causan pérdidas de nutrientes del suelo por lixiviación y demandan mano de obra. Dependiendo del tipo de suelo, el de corona puede requerir una frecuencia de 8 a 10 días y aporta de 150 a 200 lt / árbol/ riego; el de melgas se da en una frecuencia de 15 a 20 días y puede aportar de 300 a 450 lt / árbol / riego; el de surcos tiene una frecuencia y volumen intermedio.

Si el tipo de suelo es medio a pesado (franco arcilloso), será importante evitar excesos de humedad con el riego de melgas para disminuir el riesgo de enfermedades de pudrición de tronco y raíces. En ciertas condiciones, podrá ser mejor cambiar a otro sistema de riego como el de surcos entre las hileras. Los riegos de goteo y microaspersión tienen alto costo de instalación, pero permite mantener equilibrada la humedad de suelo según las necesidades del árbol, utiliza poca cantidad de agua en relación a los antes citados, demanda poca mano de obra, y puede fertilizarse mediante el riego (fertirrigación).

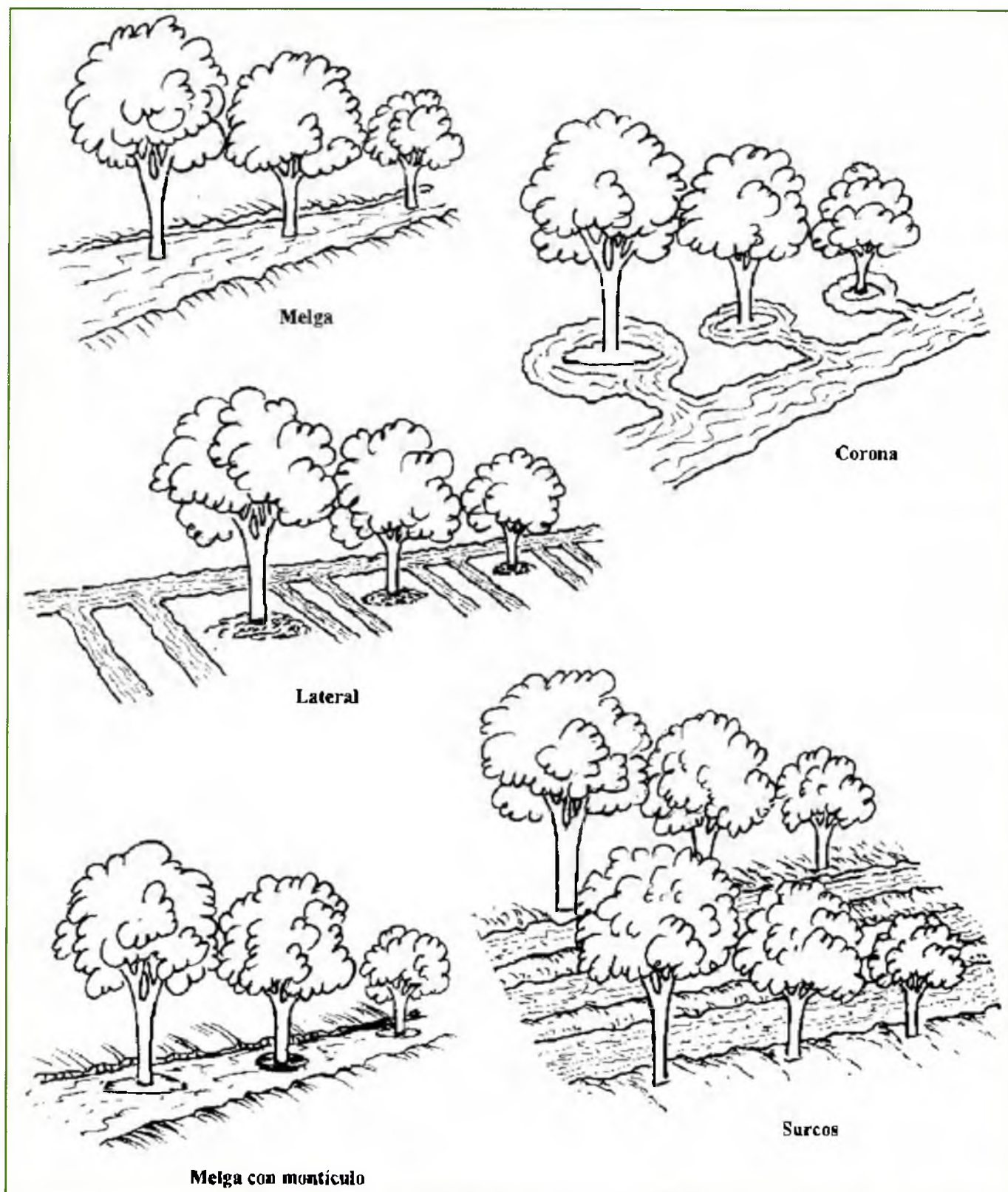


FIGURA 11. SISTEMA DE RIEGO POR GRAVEDAD QUE PUEDEN UTILIZARSE EN MANZANO

Es importante conocer la calidad del agua de riego, por lo que se le debe muestrear con periodicidad. Entre los factores críticos está el contenido de sales, que expresado en conductividad eléctrica debe ser menor a 250 mmhos/cm; este nivel de salinidad es bajo y el agua es excelente para riego. Valores de 250 a 750 mmhos/cm tienen un nivel de salini-

dad moderada y es agua que puede utilizarse para riego; más de 750 mmhos/cm, esa agua no debe utilizarse para manzano.

Otro componente de la calidad del agua es la concentración de sodio (Na) representada en los análisis como RAS; a valores menores a 10 es normal,

mientras que entre 11 a 18 es muy alto, con los consecuentes problemas de toxicidad. El nivel de Boro (B) en las aguas puede ser limitante para su uso en la agricultura; contenidos de 0,03 a 0,05 ppm son normales, pero mayor a esto hay problemas de toxicidad a las plantas. La presencia de metales pesados como plomo u otros que provengan de residuos industriales, son perjudiciales a los árboles (Davidson y Mecklenburg, 1987).

12. MANEJO DEL SUELO

El manejo del suelo en los huertos, es importante en lo que concierne a la conservación del mismo, así como a un mejor aprovechamiento de nutrientes y agua por el árbol. El tipo de manejo que se haga está en función de la pendiente del terreno, sus condiciones físicas y químicas y el sistema de riego principalmente.

Al estar en pendientes pronunciadas debe procurarse poco movimiento del suelo para evitar su pérdida, por lo que debe mantenerse una vegetación controlada entre las hileras de los árboles; esto se puede lograrse dejando la maleza existente o bien con la siembra de alguna gramínea, pero con cortes periódicos.

En terrenos relativamente planos, el manejo de suelo puede ser para mantenerlo todo limpio o bien mantener las calles con cobertera vegetal controlada y limpio bajo la hilera de árboles, siendo ésta última, la modalidad más recomendable (Foto 12).



FOTO 12. HUERTO CON MANEJO DE SUELO DE COBERTURA VEGETAL ENTRE HILERAS Y LIMPIO BAJO LA HILERA

El control de malezas puede ser manual, mecánico o químico. El primer método involucra utilizar mano de obra directa y el segundo implica el uso de equipo como motocultor, rastra, etc., para remover ligeramente el suelo y destruir la maleza. Para el tercer método existe un grupo de herbicidas que bien manejados pueden ser utilizados en manzano sin perjuicio del suelo o del árbol; éstos pueden ser aplicados antes (preemergentes) o después de que salga la maleza (postemergentes), debiéndose tener en cuenta el tipo de mala hierba presente así como el tipo de suelo para las aplicaciones más convenientes (Cuadro 6). En algunos casos se puede hacer combinaciones de herbicidas, dependiendo de los tipos de malezas a controlar, de la condición del árbol y de su etapa (vegetación o en receso sin follaje). Antes del uso de herbicidas, se recomienda consultarlo con su técnico.

Es importante tener equipo de aspersión exclusivo para la aplicación de herbicidas.

Cuadro 6. Control de malezas en huerto de manzano con herbicidas

Malezas Controladas	Materiales y Dosis por Hectárea Tratada
Varias anuales	DIURON (DIURON, STRAVON, KARMEX)) como preemergente en 2,5 a 5 kg por hectárea, aplicada, mínimo de 400 litros de solución por hectárea. Usar sólo en huertos de más de 1 año; no utilizar en árboles sobre patrón muy enanizante (M9, M26). Aplicar cuando el árbol está en receso sin follaje; aplicación posterior con cuidado de no rociar el follaje. El suelo deberá estar limpio, y se requiere de riego después de la aplicación. No utilizar en suelos arenosos, con grava, o aquellos con un contenido de materia orgánica menor a 1%. Agitar continuamente la solución.
Varias anuales y gramíneas	PENDIMETHALINA (PROWL) para anuales preemergente en 6 a 9 litros por hectárea aplicada. Usar en huertos jóvenes no productivos, pero no en nueva plantación sino hasta que el suelo alrededor del tronco se haya asentado. Aplicar como aspersión dirigida a suelo limpio de maleza. Cuidar que no haya contacto de la solución con hojas, brote o yemas; usar cuando el árbol está en receso y sin follaje. Se necesita de agua vía riego o lluvia en los siguientes 7 días de la aplicación para que haya efecto.
Varias anuales y gramíneas	GLUFOSINATO DE AMONIO (BASTA) en 3-5 litros por hectárea aplicada. Herbicida de contacto, con anuales y perennes poca o nula actividad sistémica; baja residualidad en suelo. Iniciar aplicación cuando la maleza tenga 2-10 cm de altura, donde el efecto se mostrará a los 15 días; repetir si es necesario. Evitar contacto de aspersión con el follaje de los árboles.

Varias anuales hoja
ancha y angosta

PARAQUAT (GRAMOXONE SUPER) en 2-4 lt por hectárea aplicada. Herbicida de contacto, por lo que la aplicación debe ser dirigida a la maleza con algún adherente-surfactante no-iónico; la maleza debe tener 2 a 12 cm de altura, repitiendo la aplicación cuando sea necesario. Cuidar que no haya rocío de la aspersión hacia las hojas o tronco tierno de los árboles, ya que puede haber daño severo. Puede aplicarse en árboles jóvenes y adultos. Producto de especial atención en protección del aplicador.

Gramíneas anual
y perenne

FLUAZIFOP- b (HACHE UNO SUPER) en 1-2 lt por hectárea aplicada. Herbicida selectivo postemergente de baja movilidad en suelo, pero de fácil degradación. Aplicar como aspersión dirigida cuando el pasto esté creciendo activamente y antes de que forme cabezas o amacolle; adicionar un surfactante no-iónico. Sólo para árboles jóvenes no productivos, pudiendo cosechar hasta un año después de la aplicación. Evitar el contacto de aspersión del herbicida con el follaje del árbol.

Varias anuales y
perennes, incluyendo
gramíneas

GLIFOSATO (ROUNDUP, RANGER) en 0,75 a 1,4 kg i.a./ ha aplicada para maleza anual, y zacates; 1,4 a 2,8 kg i.a./ hectárea aplicada para maleza perenne. Herbicida de contacto y de acción sistémica; hacer aplicación dirigida a maleza utilizando equipo protector (campanas, etc.) para los árboles. Añadir un surfactante no-iónico a la mezcla. Más efectivo en maleza con actividad de crecimiento, justo antes de dar flor o semilla. Usar en árboles jóvenes o adultos, evitando que la aspersión llegue al follaje del árbol.

13. MANEJO DEL SISTEMA DE PRODUCCION FORZADA

El Programa de Fruticultura del INIAP, ha venido desarrollando y adecuando tecnología de producción forzada en manzano desde hace 14 años. Los resultados y experiencias adquiridas, son la parte fundamental de este capítulo.

El aspecto esencial para el funcionamiento de producción forzada y la obtención de cosechas continuas de manzano, es que el árbol pueda permanecer con una capacidad de crecimiento permanente. Esto se puede obtener por el clima adecuado que hay en los valles interandinos templados y por la

aplicación de técnicas agronómicas como defoliación, castigo de agua y utilización de productos químicos inductores de brotación. Lo anterior permite ciclos de 6 a 8 meses entre cosechas. A nivel comercial los fruticultores tienen en su huerto lotes de árboles en diferentes etapas, de tal forma que puede estar en cosecha de fruto en un sector y con floración en otro (Foto 13).



FOTO 13. HUERTO DE 'ANNA' CON UN LOTE EN COSECHA Y OTRO EN FLORACIÓN

La producción forzada sólo funciona adecuadamente cuando se realiza en árboles con buen desarrollo y equilibrio vegetativo-reproductivo, lo cual se obtiene y mantiene a través de un buen manejo de la nutrición, riego, podas, aclareo, sanidad, etc.

La secuencia de las prácticas que se describen a continuación, tanto en aplicación como en tiempos, debe cumplirse para tener la máxima respuesta de brotación de yemasj y asegurar la producción y calidad de fruta en cada ciclo (Fig. 12).

13.1. Períodos de Ciclaje

Los períodos de ciclaje deben definirse después que se hace la plantación, y deben respetarse para que se logre el sistema de producción forzada y las épocas de cosecha planificadas.

Una vez que se hizo la plantación se deberá estimular el desarrollo vegetativo mediante una adecuada brotación inicial, poda, fertilización, riego y sanidad.

Si este desarrollo fue satisfactorio con 100-130 cm de longitud a los 6-8 meses después de plantado, en esa etapa se puede manejar la planta en defoliación-poda de formación-inductor de brotación, para su

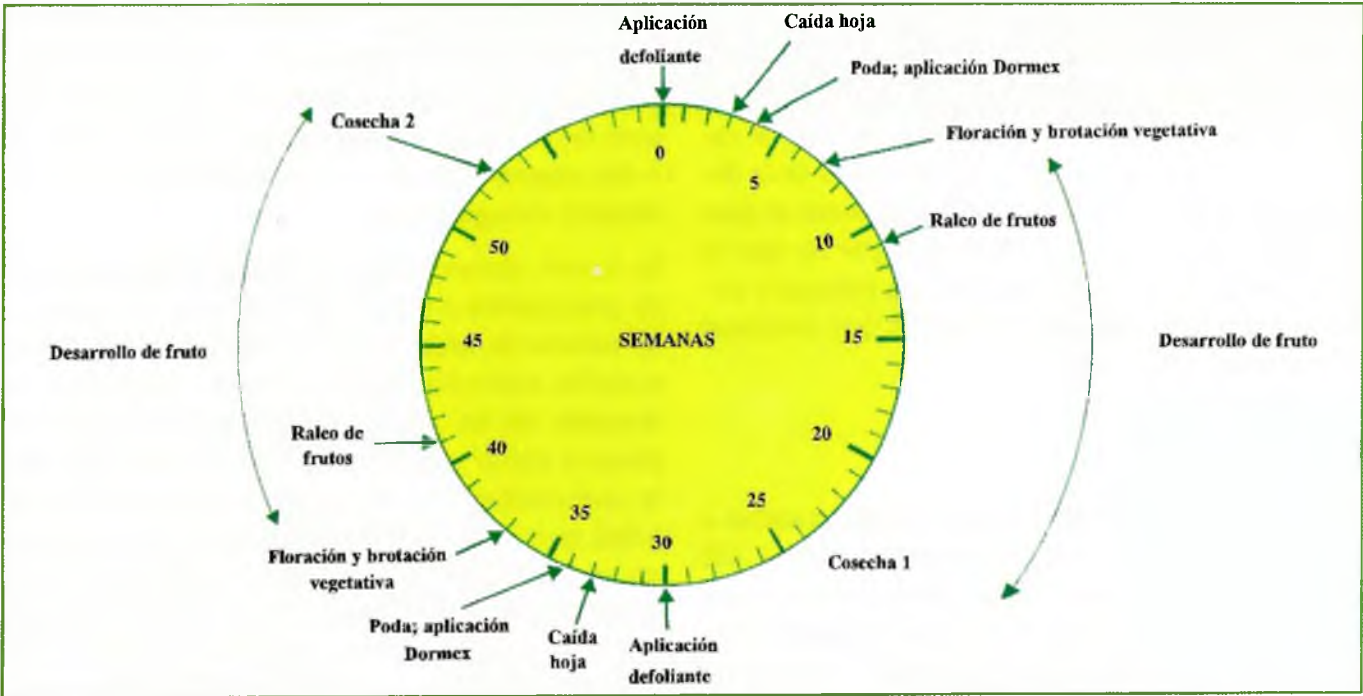


FIGURA 12. PRÁCTICAS DE MANEJO Y EVENTOS EN MANZANO ‘ANNA’ BAJO EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN FORZADA EN UN CICLO DE 60 SEMANAS

primer reciclaje. Lo mismo se hará a los siguientes 6-8 meses para su segundo reciclaje de desarrollo. En algunas regiones se practica un libre crecimiento por 12-18 meses y luego hacen las prácticas para el primer reciclaje; en esta situación la primer poda debe ser muy severa para entrenar al árbol y deben manejarse más intensivamente las diferentes prácticas para estimular la apertura de yemas dormidas en madera muy madura, complicando el manejo de la producción forzada y los reciclajes.

En el caso de árboles ya en producción, el sistema de forzado exige inducir a la planta hacia un nuevo ciclo de crecimiento vegetativo y reproductivo poco tiempo después de la cosecha. Es importante la decisión de cuándo hacer el reciclaje para obtener el mejor resultado de brotación y producción, ya que en ello está involucrada la madurez de la madera y de las yemas con sus estructuras florales. Este ciclaje sólo es posible por la práctica de defoliar al árbol después de cosecha.

Cuando el período entre floración y defoliación postcosecha es corto (menos de 140 días), existe el riesgo de que las flores dentro de las yemas aún no estén maduras, y habrá pocas reservas nutricionales y energéticas en la madera. Cuando este período es mayor (hasta 180 días), las flores en las yemas están más desarrolladas y la madera ha almacenado reservas. Esta diferencia ocurre porque después de la cosecha, la planta ya no tiene fruta y tampoco hay cre-

cimiento vegetativo activo, por lo que el árbol trabaja sólo para transferir y almacenar reservas al sistema radicular, a los tallos, ramas y yemas. Ello se comprueba al encontrar que hay una reducción en los niveles de N, P, y K en las hojas a medida que éstas tienen más edad; los elementos minerales se están transportando a madera y yemas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Nivel nutricional en hojas de diferente edad en manzano ‘Anna’.

	Edad de hoja (días)		
	120	150	180
Nitrógeno (%)	2,21	1,92	1,72
Fósforo (%)	0,20	0,22	0,15
Potasio (%)	1,91	1,48	1,06

D. Diaz, 1994. Datos no publicados.

En la medida que la defoliación se realiza más tardíamente después de la cosecha, la brotación de yemas laterales es más alta y uniforme así como más rápida en el desarrollo vegetativo inicial. La época de defoliación puede ser de 150 a 180 días después de la floración o sea aproximadamente 1 a 2 meses después de cosecha.

13.2. Riego

Una vez que termina la cosecha, el árbol debe seguir con cierta humedad para que las hojas y raíz continúen trabajando, pero sin inducir a nuevo cre-

cimiento, y guardando así reservas nutrimentales y energéticas en la madera y las yemas. La humedad del suelo deberá reducirse gradualmente después de terminado el corte de fruta, suprimiendo el suministro de agua en los 15 a 25 días antes de la defoliación inducida. En la época de lluvias no se puede tener este control de humedad, por lo que se debe prever no sobrefertilizar en ese ciclo para evitar crecimientos vegetativos tardíos que reduzcan las reservas acumuladas.

13.3. Defoliación

Después de 40 a 60 días de la máxima cosecha o sea cuando las hojas tienen aproximadamente 150 a 180 días de edad, el árbol se defolia manual o químicamente. Esto último puede hacerse con la aspersión de una mezcla de 6 kg urea + 4 kg sulfato de zinc/100 lt agua, lo cual actúa bien si la hoja está madura y el clima es cálido y seco; la cantidad de hoja caída puede ser de hasta 70% y ocurre en un período de 10 a 15 días después de la aplicación (Foto 14). Cuando hay alta humedad por lluvias, la hoja está más succulenta y hay que aumentar la urea a 8 kg. El uso de Clorato de Magnesio (Magsol al 0,75 kg/100 lt) o de Kelatex-Cu (1 kg/100 lt), también induce una defoliación adecuada.



FOTO 14. CAIDA DE HOJAS EN 'ANNA' 12 DIAS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE UN DEFOLIANTE QUÍMICO

En todos los casos, la defoliación química induce a una mayor brotación de yemas que cuando la eliminación de las hojas se hace manualmente.

Es importante que el producto utilizado para la defoliación no "queme" la hoja; de ser así, ésta permanece adherida y no cae debiéndose eliminar manualmente con el consecuente costo. Esta quema de hojas puede ocurrir si se aplica mucho volumen del producto defoliante por árbol.

Para evitar la maduración anticipada de hojas y su eventual caída, es importante que éstas permanezcan trabajando normalmente por más tiempo después de la cosecha, lo cual se puede lograr con una o dos aspersiones de urea a 2 kg/100 lt, u otro fertilizante nitrogenado.

Es común observar que en árboles débiles con poco crecimiento y mucha carga se presenta una caída natural de hojas inmediatamente después de la cosecha, estimulándose la apertura anticipada no deseable de las yemas. Esta situación forzará a la planta a iniciar un nuevo ciclo sin muchas reservas, lo cual conducirá a un agotamiento progresivo del árbol, que se reflejará en poco desarrollo vegetativo, excesiva floración, cuajado excesivo y tamaño reducido de la fruta. Una forma de romper este hábito negativo del árbol es eliminándole total o parcialmente la fruta por uno o dos ciclos para que hagan crecimiento vegetativo nuevo.

13.4. Inducción de la Brotación

Posterior a la caída de hojas vendrá la poda e inmediatamente después, la aplicación de un producto que estimule la apertura de yemas como el Dormex (Cianamida hidrogenada) en 1,0 a 1,5 lt/100 lt de agua. La dosis varía según el tiempo que se haya dejado entre cosecha y defoliación; cuando este período es de 5-30 días la dosis del Dormex debe ser baja (0,75%) para evitar daño a yemas florales, aunque el efecto sobre brotación será deficiente en yemas laterales. Si el período citado fue de 40 a 60 días, la dosis puede ser mayor (1,5%) con poco riesgo de daño y con una respuesta adecuada en la apertura de las yemas. En algunos casos se puede aplicar el Dormex mezclado con aceite agrícola, donde la dosis en 100 lt de agua es de 0,5 a 0,75 lt del primero y 1 lt del segundo; este tratamiento puede inducir una mayor apertura de yemas vegetativas.

FOTO 15. BROTAÇÃO UNIFORME DE YEMAS LATERALES EN 'ANNA'



Cuando el árbol está joven y en formación o se desea estimular la apertura de yemas vegetativas, el Dormex se puede aplicar a dosis de 2%.

Es importante observar la condición de las yemas al momento de hacer la aplicación del producto; si se observan inicios de hojas o flores, puede haber daños a las mismas. Así, la aplicación debe ser en lo posible antes de que ocurra ese estadio en la yema. Por lo general, las yemas de difícil reactivación son las laterales sobre madera del nuevo ciclo, mientras que las terminales en dardos, lamburdas brindillas abren con facilidad (Foto 15).

El efecto del Dormex en estimular la brotación de yemas terminales y laterales, será más efectivo si después de la aplicación hay condiciones climáticas cálidas; también es importante que exista un buen nivel de humedad en el suelo inmediatamente antes o después de la aplicación del Dormex, a fin de acelerar el inicio de la nueva brotación y crecimiento. De no tener las condiciones citadas, la respuesta de apertura de yemas puede ser baja y/o inconsistente.

En caso de que haya una apertura general anticipada de yemas antes de la defoliación prevista, deberá tenerse cuidado con la aplicación del Dormex para evitar toxicidad; en ese caso, se puede bajar la dosificación o bien no aplicarlo en aspersión. Si esto último es el caso, aplicar el producto con brocha y solamente a la madera de crecimiento del último ciclo, para estimular la brotación de sus yemas laterales.

Existen prácticas de manejo del árbol que contribuyen a la apertura de yemas. El agobio o inclinado de ramas es común en diversas regiones donde el resultado de la aplicación de Dormex no resulta del todo satisfactorio; entre más pronunciada sea la apertura del ángulo de la rama hay más efecto en brotación pero se reduce más el posterior crecimiento vegetativo. La incisión o pequeños cortes en las ramas arriba de yemas dormidas, es también una práctica para estimular la brotación, pero sólo se recomienda en situaciones de formación del árbol. De realizarse algunas de estas prácticas, deben hacerse en el período entre poda y brotación.

14. POLINIZACIÓN Y ACLAREO DE FRUTOS

‘Anna’, la variedad comercial más extendida en los valles interandinos temperados, no es autofértil y por tanto tiene problemas de cuajar fruto si no tiene cerca otra variedad que le provea de polen para la fecundación de sus flores. Una adecuada polinización y fecundación también dará lugar a un mejor tamaño y forma de los frutos. ‘Dorsett Golden’ es la variedad polinizante más importante para Anna. En los casos de ‘Dorsett Golden’ y ‘Princesa’ no existe un problema de polinización, ya que son autofértiles y podrían cultivarse en lotes de solo esa variedad.

Para una buena polinización cruzada en ‘Anna’ es importante la proporción numérica adecuada entre la variedad productora y la polinizante, así como su distribución dentro del huerto. Sin embargo esto no es suficiente y hay que disponer también de insectos polinizadores como abejas para que hagan la transferencia del polen. Una buena cantidad de abejas corresponde el tener 4 colmenas por hectárea, debiéndose colocar en posiciones adecuadas, ya que la máxima eficacia de vuelo de estos insectos ocurre en un radio de 125 metros alrededor de la colmena.

Las condiciones ambientales para una buena polinización son días con sol, temperaturas de 20 a 25°C, y poco viento.

Cuando no existan condiciones favorables para una polinización natural adecuada en el huerto, se puede implementar la práctica de la polinización artificial. El polen comprado se puede aplicar de manera directa a las flores abiertas, haciéndolo sólo a las flores “rey” (primera que abre en una inflorescencia); también se puede espolvorear a ramas cuando estén en floración o se puede colocar el polen en trampas especiales ubicadas en las cajas de abejas. En todos los casos la polinización artificial es sólo un complemento a la natural y nunca debe verse como un reemplazo.

En general árboles con un manejo adecuado y condiciones de clima favorable, cuajarán más frutos de los que la planta pueda producir de calidad comer-

cial. Así, se hace indispensable el aclareo o eliminación parcial de frutos del árbol para: 1) equilibrar el desarrollo vegetativo, radicular y fructífero en la planta, 2) alcanzar tamaños comerciales de fruto, y 3) estimular la formación de flores para el siguiente ciclo en variedades como 'Dorsett Golden'. La práctica del aclareo disminuye la producción por árbol, pero regula la cantidad de fruta con calidad comercial en lo que respecta a tamaño.

La época adecuada para el aclareo manual es en los 30 a 40 días después de la floración, una vez que han ocurrido las caídas naturales de flores y frutos pequeños que no fueron polinizados, fecundados, o que abortaron. La cantidad a eliminar depende del vigor del centro de producción (lamburda o bolsa) y de la actividad vegetativa de la planta (Fotos 16 y 17). Los criterios pueden ser: a) 1 fruto por cada 25 a 40 hojas, b) 1 a 2 frutos por lamburda si el crecimiento del brote más próximo es de más de 5 a 10 cm de longitud. En cualquier caso, no dejar fruto en donde las hojas sean pocas y muy pequeñas, ya que con ello no se alcanza buen tamaño de fruta y se afecta el vigor de yemas para la producción del si-



FOTO 16. FRUTOS JÓVENES DE 'ANNA' ANTES DE ACLAREO MANUAL



FOTO 17. FRUTOS JÓVENES DE 'ANNA' DESPUÉS DE ACLAREO MANUAL

guiente ciclo. Debido a que 'Dorsett Golden' y 'Princesa' cuajan fruto con facilidad, estos deben ser aclareados más temprano y con más intensidad que 'Anna'.

El aclareo también puede hacerse químicamente, sin embargo es importante que la floración haya sido uniforme para que al aplicar el producto raleante actúe mas eficientemente. Se utilizan el insecticida Carbaryl (Sevin 80) o el biorregulador Ácido Naftalenacético (Hormonagro A.N.A.). Cualquiera de ellos se aplica en aspersión al árbol e inducen la caída de frutos en los 8 a 15 días siguientes. El Sevin se utiliza a una dosis de 100 g/ 100 lt aplicado 15 a 25 días después de floración, mientras que el Hormonagro se aplica a dosis de 60 g/ 100 lt a los 15 días después de floración. El aclareo químico debe hacerse en árboles con buen vigor, ya que de otra forma se induce exceso de caída; con poco vigor y exceso de fruta en el árbol, la caída puede ser excesiva. También existe diferencia varietal, donde 'Anna' es más fácil inducirle la caída que a 'Dorsett Golden'.

Después de la caída causada por los aclareantes químicos, puede ser necesario una ligera eliminación manual complementaria para regular mejor la posición y cantidad de frutos en el árbol.

15. COLORACION DE FRUTO

Para lograr tener coloración roja en frutos de 'Anna', se requiere que éstos tenga una buena exposición a la luz solar, que haya follaje suficiente, y que exista un adecuado balance nutricional; un exceso de nitrógeno retrasa coloración.



FOTO 18. FRUTOS DE 'ANNA' APLICADOS CON ETHREL PARA ESTIMULAR COLOR Y ADELANTAR MADURACIÓN

El uso del biorregulador Ethephon (Ethrel o Cerone) asperjado entre los 10 a 20 días antes de la fecha de cosecha a dosis de 83 cc de Ethrel/ 100 lt o de 55 cc de Cerone/ 100 lt, induce la aparición del color rojo, y puede adelantar la maduración (Foto 18). Su uso es delicado, ya que no debe retrasarse el momento del corte de fruta a cosecha porque éstos se sobremaduran rápidamente; así mismo, la fruta tratada no puede ser almacenada por mucho tiempo y debe comercializarse con rapidez. Este producto solamente puede ser aplicado una vez por ciclo. Para prevenir un efecto de caída de frutos por la aplicación del Ethephon, siempre se debe añadir Hormonagro A.N.A. a dosis de 60 g./ 100 lt.

16. CAIDA DE FRUTO EN PRECOSECHA

Es común que cuando los frutos están llegando a su maduración, se presente una caída de éstos; si hay condiciones adversas de mucha carga, desequilibrio nutricional, falta de agua, etc., la caída de precosecha puede ser alta. La aplicación de Hormonagro A.N.A. a dosis de 120 g/ 100 lt evita este fenómeno, asperjando el árbol y sus frutos cuando ocurre el inicio de caídas; el producto actúa en un lapso de 2 días y su efecto permanece por 7 a 10 días.

17. INDICES DE MADURACION PARA COSECHAR

La comercialización de fruta depende entre otras cosas, de tener un producto con adecuada presentación y calidad. Por ello es importante considerar el cuándo cortar la fruta una vez que está llegando a maduración, para que durante el manejo postcosecha haya la menor pérdida.

Existen diversos índices de maduración que pueden ser utilizados para decidir si la fruta está a punto de corte; en ningún momento debe de tomarse un solo factor, sino la combinación de ellos.

Los días de floración a maduración es un factor genético a cada variedad, pero que puede ser modificado por el clima y el manejo del huerto; tanto

‘Anna’ como ‘Dorsett Golden’ tienen un rango de 110 a 130 días desde flor a cosecha, siendo generalmente menor en la segunda.

La firmeza de la pulpa del fruto es alta mientras está inmaduro, pero se reduce al aproximarse la maduración. Genéticamente, las variedades cultivadas en producción forzada son de firmeza baja; el valor que sirve como referencia para punto de corte es de 6-7 kg de presión medidas con penetrómetro. Una presión de 5 kg o menos, es la que se encuentra en frutos sobremaduros y suaves.

Otro índice de corte para la manzana es la prueba de yodo, que consiste en provocar y medir visualmente la reacción química entre yodo y el contenido de almidón en el fruto, la cual siempre es alto cuando éste es joven e inmaduro. En la solución del reactivo (24 g de yoduro de potasio en un litro de agua), se coloca la pulpa de una fruta partida a la mitad; si está inmadura, se presentará una coloración púrpura, mientras que si está muy madura hay poca reacción de color.

También puede considerarse el color externo de la fruta, que en el caso de ‘Anna’ originalmente es de 75% color rojo en su maduración para corte. Sin embargo, se debe tener en cuenta que frutos muy sombreados o bien árboles con mucho nitrógeno o falta de elementos nutricionales, no manifestarán el color rojo en toda su intensidad.

La cantidad de azúcar presente en el fruto, puede ser un índice adicional para verificar el nivel de maduración; en las variedades locales, un nivel de 10 a 11 grados Brix medidos con refractómetro puede ser adecuado.

18. ENFERMEDADES

El cultivo del manzano en los valles interandinos subtropicales se ve atacado por una serie de enfermedades que afectan la calidad de la fruta, la productividad del árbol y su sobrevivencia.

18.1. Venturia, Sarna, Roña o Moteado

Esta es una de las enfermedades más importantes que atacan al manzano y en particular ‘Anna’ y ‘Dorsett Golden’ que son cultivares sensibles.

Los primeros síntomas del ataque del hongo (*Venturia inaequalis*) pueden aparecer después de la brotación; las hojas y frutos jóvenes presentan manchas aterciopeladas de color verde oliva, que luego se oscurecen. En los frutos, la parte atacada muestra una costra deformada y agrietada. Con daños severos las hojas ya no funcionan normalmente. Follaje y frutos atacados pueden caer prematuramente (Fotos 19 y 20).



FOTO 19. DAÑO DE ROÑA POR *Venturia* EN HOJA

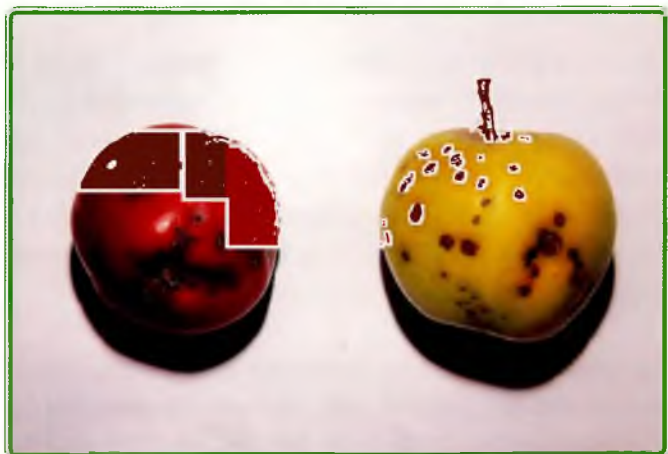


FOTO 20. DAÑO DE ROÑA POR *Venturia* EN FRUTO

Para atacar y penetrar, el hongo necesita una película de agua sobre la hoja o el fruto, así como de alta humedad ambiental. La temperatura óptima para una infección rápida está entre 17 a 24°C; sin embargo, si la humedad relativa es alta, el hongo infectará por períodos de tiempo cada vez más largos con temperaturas de hasta 5°C. Su diseminación es por gotas de lluvia que al golpear partes infectadas, libera al hongo y se arrastra por el viento; en período seco, el viento es un agente importante de diseminación. El período de mayor susceptibilidad va desde el estadio de botón verde en yema abierta, hasta la caída de pétalos; sin embargo, en los cultivares susceptibles el ataque del hongo pue-

de ser en cualquier etapa de desarrollo. En la medida que la hoja es más adulta, la parte superior es más tolerante al ataque de la enfermedad; sin embargo, la parte inferior de las hojas continúa siendo susceptible (Jones y Aldwinke, 1991; Pinto de Torres, et al., 1994; University of California, 1991).

Por las características del sistema de producción forzada del manzano en los valles interandinos temperados, donde en un mismo momento habrá en el huerto lotes con diferentes estadios fenológicos desde floración, cosecha o postcosecha con follaje, e incluso hojas en el suelo, siempre hay una presencia del hongo en el ambiente que puede dar lugar a contaminaciones frecuentes. Así, es muy importante el control efectivo de todos los lotes, para evitar situaciones de difícil manejo.

La infección primaria a las yemas recién hinchadas y al fruto joven, puede prevenirse con aplicación de Captan, Mancozeb, Dodine o Metiram, que inhiben la germinación de esporas y su acción es de 7-10 días; por sus características, algunos productos como Captan y Mancozeb, se lavan con facilidad por lluvia. Si el follaje se infecta, se verá una mancha verde oliva que puede curarse con fungicidas que entran a la hoja como el Bitertanol, Cyproconazole, Difenconazole, Hexoconazole, Fluzilazole, Fenarimol, Benomyl, Metiram, Tioftalamida o Tiofanato Metílico. Si la infección avanza y se presentan manchas negras en hojas-fruto, éstas podrán “secarse” (sin quitar el oscurecimiento) con Dodine, Fluzilazole, o Benomyl. Es importante indicar que el uso continuo de Dodine y Benomyl puede inducir a que el hongo se haga resistente, por lo que sólo deben ser usados en condiciones de alto ataque. También es crítico el rotar los fungicidas durante el ciclo.

La aplicación de fungicidas antes de defoliación, puede reducir el desarrollo del hongo para un nuevo ciclo y así tener menor presión del nuevo ataque.

Junto con las aplicaciones de productos químicos para prevenir y controlar la roña, es necesario realizar diversas prácticas de manejo que puedan reducir el grado de infección en los huertos. Una poda de formación, que permita la circulación de aire y un rápido secado de las hojas es importante; la poda en verde también puede ayudar en este propósito. Ambas prácticas también logran una mayor eficiencia del uso de los fungicidas. En caso de tener madera afectada, eliminarla.

18.2. Oidio

El hongo (*Podosphaera leucotricha*) ataca yemas, flores, frutos, hojas y brotes. En hojas hay manchas blancas en los bordes y parte inferior que después se extiende; las lesiones pueden aparecer como manchas cloróticas en la superficie de la hoja. En hojas nuevas infectadas severamente, tienden a ser angostas, no desarrolla y tiene los bordes enrollados, tornándose dura y quebradiza y cayendo más tarde (Foto 21). En ramas se detectan manchas blanquecinas, que se tornan oscuras más adelante. Las yemas infectadas no brotan y se secan progresivamente. En los frutos jóvenes el hongo puede producir una raspadura conocida como “russeting” o “escaldado”, que reduce su calidad comercial. Si el árbol es atacado durante floración, se reduce el tamaño del fruto.



FOTO 21. DAÑO DE Oidio EN HOJA

La infección se inicia a partir de tejidos previamente infectados, desde donde el hongo ataca hojas jóvenes, flores y frutos pequeños. Estos órganos infectados son fuente de nuevo inóculo para atacar otras hojas, ramas y frutos. Hojas recién emergidas son susceptibles por pocos días, con lo que hojas maduras son poco atacadas. Con daños mecánicos a las hojas, éstas pueden ser atacadas por el hongo en cualquier estadio.

El hongo se desarrolla en temperaturas de 12 a 24°C, aunque la óptima está entre 20 a 22°C, necesitando humedad ambiental de hasta 70%. Su disseminación es por el viento. (Jones y Aldwinkle, 1991; Pinto de Torres, et al., 1994, University of California, 1991).

Una de las prácticas culturales de manejo de la enfermedad es eliminar de manera continua, con po-

da, los brotes infectados. Con productos químicos se puede manejar preventivamente a base de aplicaciones de Azufre o Benlate cuidando que el primero sólo se aplique muy temprano en el día para evitar altas temperaturas y que el árbol no esté con castigo de agua. Una vez establecida la enfermedad se pueden utilizar los fungicidas Triadimefon, Bitertanol, Penconazol, Bupimirato, Tiofanato Metílico, Fluzilazole, Pyrozofos, Hexoconazole y Fenarímol.

Es importante indicar que fungicidas como Bitertanol, Fluzilazole, Hexoconazole, Tiofanato Metílico y Fenarímol, tienen control sobre Oidium y Venturia a la vez.

18.3. Chancro o Cáncer

Una vez en la corteza del árbol, el hongo causal (*Nectria galligena*) produce rajaduras que se ennegrecen y arrugan en zonas concéntricas y elípticas, hasta formarse una llaga donde los bordes se descascaran dejando una depresión en el tejido afectado; puede rodear totalmente el tallo principal o ramas, que terminan por secarse (Foto 22). Una vez en la rama, el hongo sobrevive en el lugar atacado. El hongo también puede atacar a la fruta a través de las lenticelas y heridas, mostrándose como pequeñas depresiones necróticas.



FOTO 22. DANO DE CHANCRO POR *Nectria* EN RAMAS

Épocas de lluvias frecuentes o humedad elevada, propician el ataque del hongo. La lluvia es su principal forma de disseminación, aunque también lo hace por aire. La entrada es por heridas, vía la caída de hojas, de escamas de yemas, cortes de poda.

Arboles muy vigorosos son más sensibles, así como aquellos ubicados en suelos pesados.

Las prácticas de control de chancro son múltiples: hay que evitar sobrefertilizar, no realizar plantaciones en suelos muy pesados, cortar las ramas afectadas. Las áreas de tronco o ramas con daño, deberá “raspársele” la herida y colocarle una pasta a base de cobre. La aplicación de fungicidas después de la caída de hojas es importante, ya que es uno de los principales puntos de entrada del hongo; se puede utilizar Benomyl u Oxícloruro de Cobre. También es importante “sellar” los cortes severos de poda, para evitar la entrada del hongo a través de la herida. Ramas muy infectadas deberán eliminarse del árbol y quemarse.

18.4. Agalla de la Corona

El ataque de esta bacteria (*Agrobacterium tumefaciens*) causa tumores en forma de agallas o callos pequeños o grandes, que se localizan en las raíces y en el cuello de las plantas. Estos tumores son al principio de color blanco pálido y de consistencia blanda que luego se ennegrecen y se vuelven duros y leñosos; el diámetro de cada agalla puede variar de 1 a 30 cm, pero en conjunto aparecen muy grandes (Foto 23).



FOTO 23. AGALLA DE LA CORONA *Agrobacterium*

La bacteria se puede introducir con facilidad en las raíces desde el vivero, si es que estuvo presente el patógeno y el suelo no estaba desinfectado. En el huerto, la diseminación se da por el agua, movimiento del suelo, por el viento, y entra a través de rajaduras o heridas causadas a las raíces o al tronco con maquinaria o herramientas, así como por heridas de insectos o a través de injertos.

Para evitar la enfermedad, es importante obtener plantas de viveros que mantengan sanidad en sus suelos, así como hacer una inspección minuciosa al recibir las plantas. Si los tumores se presentan en el huerto, se recomienda descubrir cuidadosamente el tronco y hacerle cirugía para eliminar las protuberancias y después cubrir con una pasta que contenga Benomyl o Captan; esto no elimina la bacteria, pero reduce el tumor temporalmente. Plantas muy infectadas que ya estén muy débiles, deberán eliminarse; en algunos casos intermedios se recomienda la sobrefertilización y regulación de carga de fruto, como práctica para ayudar a convivir con el problema. En otros países está disponible el producto Gallex, una solución cáustica que se aplica a la agalla, cuando ésta tiene un diámetro de 5 cm o menos.

El mejor resultado de control de esta enfermedad ha sido al sumergir las raíces de los árboles jóvenes (antes de su plantación) en una solución de la bacteria *Agrobacterium radiobacter* K84 + Streptomycin.

Las prácticas culturales que pueden reducir el problema de agalla de la corona en el huerto son diversas. Adoptar aquellas prácticas que minimicen heridas al tronco o raíz, no plantar en sitios donde hubieron plantas con agallas y esto por un período de cuando menos 4 a 5 años, evitar riegos pesados prolongados, eliminar todo el material infectado en cuanto sea detectado, y tratar de establecer huertos en suelo con buen drenaje.

18.5. Pudrición del Cuello y Raíces

Los síntomas foliares observados en este tipo de enfermedades son indicadores de una pudrición de raíz o una perturbación del sistema conductor de agua en la planta.



FOTO 24. DAÑO DE PUDRICIÓN DE CUELLO POR *Phytophthora*

Los árboles atacados presentan en general, una palidez y marchitez del follaje y flores, frutos pequeños y coloreados prematuramente, tronco y ramas con una coloración que tiende a rojizo. Dependiendo de la severidad, puede presentarse la muerte del árbol poco después de que aparecen los primeros síntomas. El agente causal de las pudriciones citadas puede ser diferente hongo, *Phytophthora*, *Rosellinia* o *Armillaria*.

Phytophthora cactorum produce daños en el tallo a nivel del suelo, extendiéndose hacia las raíces abajo. Muestra síntomas de raíces muertas, y el tronco a nivel del suelo tiene la corteza seca y café arriba o abajo de ese punto, lo cual se puede observar “raspando” en ese lugar (Foto 24). Necesita de agua (encharcamiento prolongado), o de alta humedad del suelo por un período largo para reproducirse y atacar el cuello. Se disemina por el riego, por movimiento de suelo infectado, y por plantas infectadas desde vivero. Árboles plantados con el punto de unión de injerto bajo el nivel del suelo, son más sensibles a esta enfermedad en ese punto de unión.

El control químico del hongo es difícil. En huertos donde haya condiciones propicias para el ataque de la enfermedad, (suelo medio - pesado, alta humedad en suelo, patrón sensible, etc.), el uso del fungicida Metalaxil junto con buenas prácticas culturales y adecuados portainjertos, puede reducir las posibilidades de su presencia. Las aplicaciones deben hacerse antes de que aparezcan los síntomas, especialmente en áreas muy sensibles a que ocurra la enfermedad; una aplicación por año es suficiente, efectuándola justo alrededor del tronco de cada árbol. También se puede aplicar Phosetyl - Al como preventivo o cuando apenas inicia el ataque, asperjando al follaje 2 a 3 veces en el ciclo.

Es importante recordar que los portainjertos tienen diferente sensibilidad al ataque de *Phytophthora*, por lo que cuando se caracterice que habrá altas posibilidades de incidencia de este hongo se deben utilizar patrones de alta tolerancia al ataque del mismo. Se reporta que MM-106, M-26 y MI-793 son muy susceptibles; MM-109, MM-111 y M-7 son moderadamente sensibles, y Maruba y Francos son resistentes (Lessa y Sanhueza, 1992).

Rosellinia necatrix, muestra raíces muertas y principalmente las pequeñas, con un micelio (algodón)

blanco alrededor y dentro de las mismas; se disemina por raíces infectadas. No se conocen métodos químicos de control a esta enfermedad. Lo importante es prevenir la diseminación del hongo, eliminando los árboles afectados y en particular su sistema radicular, así como aislando ese sitio evitando remover el suelo y cuidando el riego hacia la parte sana del huerto.

Armillaria mellea, ataca a raíces en suelo húmedo; en la base del árbol afectado se presentan filamentos café oscuros a negro, así como filamentos blanco-amarillento abajo de la corteza; el síntoma de la enfermedad se manifiesta como marchitamiento en 1-2 ramas del árbol y en 2-3 años mata a la planta. Se disemina por agua y por raíces infectadas. No existe control químico de esta enfermedad, y tan sólo hay que eliminar árbol y raíz infectada para evitar nuevas infecciones; es importante quemar el árbol eliminado, para evitar diseminar madera con el hongo.

Este grupo de enfermedades radicales, se presentan generalmente cuando se establecen huertos donde anteriormente habían existido árboles de cualquier especie, y en suelos que permanecen demasiado tiempo húmedos. Los tres patógenos pueden vivir varios años en el suelo sobre raíz infectada.

Como recomendación general para evitar pudrición de tronco y raíces, es importante no tener exceso de humedad en el suelo; para ello puede hacerse un camellón alrededor del tronco y dar el riego. También hay que cuidar que la unión del injerto quede cuando menos a 10 cm fuera del nivel del suelo, y evitar heridas por herramientas.

19. INSECTOS PLAGA

La presencia de insectos plaga en el cultivo del manzano en la zona subtropical interandina es limitada, estableciéndose solamente la presencia de mosca de la fruta, pulgón verde, cutzos, así como el pulgón lanífero. Excepto la primera plaga, las demás aún no han representado problemas serios a la producción.

19.1. Mosca de la Fruta

Las especies de mosca identificadas por el MAG que causan daños de importancia económica al manzano en los valles interandinos templados

son *Anastrepha* sp. y *Ceratitis capitata* (Foto 25). El daño ocurre cuando la mosca oviposita en frutos jóvenes o maduros; las larvas que se desarrollan de los huevos producen galerías en la pulpa, acelerando maduración y propiciando la caída, además de causar deformaciones (Foto 26). La hembra pone de 4-10 huevos por postura y un promedio de 20 por día, logrando colocar hasta 800 por ciclo de vida en condiciones óptimas.

Los meses de mayor infestación de mosca de la fruta se ha registrado de julio a septiembre, por lo que debe ser el período de más atención. Aspersiones de Dimeotato al 0,1 lt/100 lt aplicadas cada 21 días por cuatro ocasiones a partir del raleo de frutos, así como de Malathión 600 en dosis de 0,2 lt/100 lt, 15 días antes de la cosecha, disminuyen los daños.



FOTO 25. MOSCA DE LA FRUTA *Ceratitis*



FOTO 26. DANO POR MOSCA DE LA FRUTA *Ceratitis* EN 'ANNA'

19.2. Pulgón Verde

Este pulgón (*Aphis pomi*) inicia su ataque desde floración, y continúa durante todo el ciclo; dependiendo del clima y manejo del huerto el ataque puede darse continuamente (Foto 27). El daño ocurre

principalmente cuando hay poblaciones muy altas que se alimentan en brotes jóvenes succulentos, retardando el crecimiento vegetativo; además, pueden producir una exudación azucarada que queda en el follaje y donde se desarrolla un hongo negro que afecta el funcionamiento de las hojas.



FOTO 27. PULGON VERDE *Aphis* EN HOJAS

Las aspersiones de aceite agrícola cuando el árbol está sin follaje, reduce significativamente la población de pulgón. Sólo si hay una población excesivamente alta del insecto y en todo el huerto, se recomienda la aplicación de insecticida como Dimetoato, Clorpirifos, Diazinon o Endosulfan. Si la presencia es localizada aplicar sólo a los árboles problema.

19.3. Pulgón Lanígero

El pulgón lanígero (*Eriosoma lanigerum*) es un insecto presente en huertos donde el portainjerto es de los tipo sensibles como el franco, y cualquiera de las series clonales tipo M (M7, M9, M16, etc.).



FOTO 28. PULGON LANIGERO *Eriosoma* EN RAMA

Puede atacar raíz y ramas, de tal forma que continuamente se va de un lugar a otro, dispersándose de árbol a árbol por viento y pájaros, aunque también puede ser traído al huerto desde el vivero. En donde ataca, produce agallas o nódulos pequeños; la presencia de “lanilla” en las ramas y raíces, indica que ahí hay pulgón adulto atacando (Foto 28). Si el ataque es severo, el árbol puede reducir significativamente su crecimiento y productividad. En general, árboles ubicados en suelos pesados serán más atacados que aquellos en suelos arenosos, ya que en los primeros se forman más grietas en el suelo y el insecto puede moverse con más facilidad por ellas.

La prevención efectiva contra el pulgón lanífero es la utilización de portainjertos tolerantes como los de la serie clonal MM (MM106, MM 111, MI793, etc.). El control biológico se puede realizar por medio del parásito *Aphelinus mali*, un insecto que ataca al pulgón en su fase aérea; el control químico puede ser con Dimetoato, el cual debe ser aplicado sólo a las plantas que se encuentren afectadas, para evitar la reducción de población de parásitos.

19.4. Cutzos

Los cutzos o gallina ciega (*Coleoptera-SCARABEIDAE*) es un insecto del suelo que ataca las raíces de los frutales incluyendo el manzano, pudiéndose encontrar en estado de larva (Foto 29) o como adulto tipo escarabajo (Foto 30). La larva tiene forma de “C” y es la que mastica y daña las raíces, provocando con ello una menor absorción de agua y nutrientes y por tanto causando una debilidad del árbol; por el tipo de heridas que deja al masticar, se propende a que pueda haber infección por hongos y bacterias a las raíces.



FOTO 29. LARVA DE CUTZO QUE ATACA Y DAÑA RAÍCES



FOTO 30. CUTZO EN ESTADO ADULTO

Para prevenir la presencia de los cutzos es importante que si se aplica abono orgánico éste se encuentre en completa descomposición; también es crítico mantener un buen control de malezas para reducir los sitios de refugio de larvas y adultos.

Como control físico se utilizan trampas de luz (preferentemente negra) para capturar adultos y así reducir la población larvaria. En cuanto al control químico, se puede hacer la aplicación de insecticidas al suelo como Diazinón, Carbofurán o Clorpirifós para reducir la cantidad de larvas; si se hace esta aplicación se deberá hacer solamente después de la cosecha y nunca cuando hay fruto en desarrollo. En todo momento es importante que para el uso de insecticidas y fungicidas, se consulte a la Granja Experimental o a su técnico, para seguir con cuidado las instrucciones sobre el uso racional de los agroquímicos en cuanto a necesidad real de la aplicación, seguridad, dosis, mezclas (Fig. 13), y limitantes de aplicación durante el desarrollo de la fruta (Cuadro 8).

Permetrina												
I	Triamedimefon, Fluzilazole, Hexoconazole, Fenarimol											
I	I	Benomyl, Tiofanato										
P	I	I	Captan									
P	I	I	I	Diazinon								
I	I	I	I	I	Dimetoato							
I	I	I	I	I	I	Dodine						
I	I	I	I	I	I	I	Polyram					
I	I	I	I	I	I	I	I	Clopirifos				
I	I	I	P	I	I	I	P	?	Malathion			
I	I	I	I	I	I	?	X	I	I	I	Azufre	
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	Endosulfan	
?	X	X	X	X	X	X	X	X	X	I	X	Caldo bordeles

I = Compatible
? = Se desconoce
P = Polvo humectable
X = No compatible

Figura 13. Compatibilidad de mezclas de algunos pesticidas

Cuadro 8. Días necesarios entre la última aplicación de algunos pesticidas y la cosecha de fruta en manzano.

Nombre Común	Días Antes de Cosecha
Fungicidas:	
Azufre	0
Benomyl	14
Bupirimate	10
Captan	15
Dodine	7
Hexaconazole	14
Mancozeb	77
Methiram	77
Penconazole	14
Triadimefon	15
Insecticidas:	
Clorpirifos	28
Diazinon	10
Dimetoato	28
Endosulfan	20
Malathion	10
Permetrina	No usar después de caída de pétalos

Fuente: Ohio State University, 1993.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BEJARANO, W. 1974. Cómo Tomar Muestras de Suelo para su Análisis Químico, INIAP. Ecuador. Plegable 34.
- DAVIDSON, H.; MECKLENBURG, R. 1987. Nursery management. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. pp 347- 250.
- DENARDI, F.; HOUGH, F. 1987. Apple breeding in Brazil. HortScience (EE.UU.) 22: 1231 - 1233.
- DIAZ, D. H.; ROMO, R. 1988. Nutritional status and root system of Anna apple under alkaline soil in a warm dry climate of Mexico. Acta Horticulturae (Holanda) 232: 177 - 186.
- _____, ALVAREZ, A.; SANDOVAL, J. 1987. Cultural and chemical practices to induce uniform budbreak of peach and apple under warm climates in México. Acta Horticulturae (Holanda) 199: 129 - 136.
- _____, MARTINEZ, J.; SHERMAN, W. 1986. Apple and peach production in warm climates of northwest Mexico. Fruit Variety Journal (EE.UU.) 40: 121 - 125.
- EDWARDS, G. R. 1987. Producing temperate-zone fruits at low latitudes: avoiding rest and the chilling requirement. HortScience (EE.UU.) 22: 1236 - 1240.
- ELSHERBINI, N.; NARIMAN, M.; YEHIA, T.; STINO, G. 1991. Floral biology studies on Anna apple trees. Annals Agricultural Science, Ain Shams University, Cairo (Egipto) 36: 659 - 659.
- EMPASC. 1986. Manual da Cultura da Macieira. Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuaria (Brasil) 526 p.
- EREZ, A. 1987. Chemical control of budbreak. HortScience (EE.UU.) 22: 1240-1243.
- _____, LAVI, B. 1985. Breaking bud rest of several deciduous tree species in the Kenian highlands. Acta Horticulturae (Holanda) 158: 239 - 248.
- FARM CHEMICALS Handbook. 1994. Meister Publishing Company, Willoughby, Ohio.
- FERRE, D.; CARLSON, R. F. 1987. Apple Rootstocks. En: Rootstocks for Fruit Crops. Eds. R. Rom y R. Carlson. Wiley and Sons. pp. 107-143.
- FORSHEY, C.; ELFVING, D.; STEBBINS, R. 1992. Training and Pruning Apple and Pear Trees. American Society Horticultural Science. Alexandria, Virginia. 166 p.
- HARTMANN, H.; KESTER, D. 1987. Propagación de Plantas. México, Compañía. Editorial Continental. 760 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. 1994. Estadístico Agropecuario Nacional. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuario por Muestreo de Areas. INEC. Ecuador. 274 p.
- INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1994. Informes Técnicos del Programa de Fruticultura (Convenio INIAP-COTESU). 1993-1994. Quito, Ecuador, Estación Experimental Santa Catalina. (mimeografiado).
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1992. Informes Técnicos del Programa de Fruticultura (Convenio INIAP-COTESU). Quito, Ecuador, 1987-1992. (mimeografiado).
- JANICK, J. 1974. The apple in Java. HortScience (EE.UU.) 9:13 - 15.
- JONES, A.; ALDWINKLE, H. (eds). 1991. Compendium of Apple and Pear Diseases. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 100 p.
- JONES, J.; W. BENJAMIN; H. MILLS. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro - Macro Publishing, Inc. (EE.UU.) 213 p.
- LESSA, A. O., SANHUEZA, R. M. 1992. Resistencia de porta-enxertos de macieira a *Phytophthora cactorum*. Rev. Bras. Frutic., Cruz das Almas (Brasil) 14 (3): 145 - 151.
- NOTODIMEDJO, S.; SASTROSUMARTO, S.; DANOESASTRO, H.; EDWARDS, G. 1981. Shoot growth, flower initiation and dormancy of apple in the tropics. Acta Horticulturae (Holanda) 120: 179 - 186.
- OHIO STATE UNIVERSITY. 1993. Fruit Tree Spray Guide. The Ohio State University, Columbus. Bulletin 506 A2. 47 p.
- OREGON STATE UNIVERSITY. 1994. Pacific Northwest 1994 Weed Control Handbook. Oregon State University, Corvallis. 320 p.
- PINTO DE TORRES, A.; ENGLISH, H.; ALVAREZ, M. 1994. Principales Enfermedades de los Frutales de Hoja Caduca en Chile. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2da. ed. 311 p.
- PROEXANT. 1993. Zonificación Agroecológica para Cultivos de Exportación. Programa de Exportación de Productos No Tradicionales. Quito, Ecuador. 274 p.
- RUSHINGS, J.; SHERMAN, W. 1981. Storage and marketing potential of Florida apples and pears. Proceedings Florida State Horticultural Society (EE.UU.) 94: 358 - 359.
- SAURE, M. 1973. Successful apple growing in Indonesia. Fruit Variety Journal (EE.UU.) 27: 44 - 45.
- _____. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. Horticultural Review (EE.UU.) 7: 239 - 300.
- TROCME, S.; GRAS, R. 1979. Suelos y Fertilización en Fruticultura. Trad. F. Gil-Albert, J. Iglesias, V. Sotes. 2 ed. Madrid, Mundi - Prensa. 379 p.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA. 1991. Integrated Pest Management for Apples and Pears. University of California, Oakland. Publicación No. 3340. 214 p.
- VERHEIJ, E. 1985. Apple growing in east Java: the scope for improvements. Acta Horticulturae (Holanda) 158: 47 - 52.
- _____. 1990. Adaptation of apple to tropical growing conditions. Acta Horticulturae (Holanda) 279: 83-90.

ANEXO I

GLOSARIO

- Aclareo:** raleo o eliminación parcial de flores o frutos.
- Alternancia:** situación de producir flores y frutos un ciclo, y poco o nada al siguiente.
- Autofértil:** con capacidad para polinizarse y fecundarse, hasta dar un fruto.
- Biorregulador:** compuesto químico, tipo hormona, que al ser aplicado a la planta puede regular algún proceso fisiológico.
- Bolsa:** estructura productiva que puede dar lugar a fruto y nuevo desarrollo.
- Brindilla:** crecimiento corto (5-10 cm) con yema fructífera mixta terminal.
- Clonai:** material multiplicado vía asexual, por lo que mantiene sus características genéticas originales.
- Conductividad Eléctrica:** cantidad que mide la rapidez con que se transmite electricidad en un medio; se expresa en milimhos/cm (mmhos/cm).
- Capacidad de Intercambio Catiónico:** número de cationes de intercambio que un suelo puede intercambiar con una solución.
- Catión:** elemento con carga eléctrica positiva, ej. Ca, K, Mg, Na, H.
- Cuajado de fruto:** etapa en que el fruto ya tiene el potencial de permanecer hasta cosecha.
- Clorosis:** amarillamiento de partes verdes de la planta, principalmente hojas.
- Dardo:** crecimiento corto (< 2 cm) con yema terminal vegetativa.
- Dormancia:** condición fisiológica en que la yema está sin actividad aparente.
- Entrenar:** práctica de poda en árbol joven para darle la forma deseada
- Estratificación:** mantenimiento en frío húmedo.
- Firmeza:** condición física de dureza de la pulpa del fruto.
- Humus:** parte de la materia orgánica que está bien descompuesta y estable.
- Lamburda:** crecimiento corto (2 a 3 cm) con yema fructífera mixta terminal.
- Micronutriente:** nutriente que la planta necesita solo en cantidades pequeñas.
- Polinizante:** variedad que provee de polen.
- Polinizador:** agente que transporta el polen, ej. abejas.
- Penetrómetro:** aparato que mide la firmeza de la pulpa de fruta.
- Quelato:** compuesto químico, ej. EDTA, que se mezcla con algún elemento nutricional para darle más estabilidad y capacidad de penetración a la planta vía raíz u hoja.
- Refractómetro:** aparato que mide la cantidad de sólidos solubles (principalmente azúcares) en una solución.
- Sistémico:** con capacidad de entrar al tejido (hoja, raíz, fruto, etc.) y translocarse.

ANEXO 2

SINONIMIA DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Nombre Común	Nombre Comercial
Acido Naftalenacetico	Hormonagro A.N.A.
Azufre	Kumulus, Elosal, Tiovit, Sulfosan
Benomyl	Benlate, Pillarven
Bitertanol	Baycor
Bupimirato	Nimrod
Captan	Captan
Carbaryl	Sevin 80
Carbofurán	Furadan, Curaterr
Cloropirifos	Lorsban, Vexter
Cyproconazol	Alto
Diazinon	Basudin, Campodin
Difenoconazol	Score
Dimetoato	Dimepac, Dimetoato, Perfektion, Sistemín
Dodine	Dodine
Endosulfan	Endosulfan, Thiodan, Palmarol
Ethephon	Ethrel, Cerone
Fenarimol	Rubigan
Fluzilazole	Punch
Fosetyl - Aluminio	Alliete
Hexoconazole	Anvil
Oxicloruro de Cobre	Oxicloruro de Cobre, Cobox. etc
Malathion	Malathion 600
Mancozeb	Mancozeb, Dithane M45, Trimizan
Metalaxil	Ridomil
Methiram	Polyram
Penconazol	Topas
Permetrina	Ambush, Pounce
Pyrozofos	Afugan
Tiofanato Metílico	Topsin
Triadimefon	Bayleton
Tricormetil Tioftalamida	Folpan

PROGRAMA FRUTICULTURA

PROYECTO INIAP-COTESU

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias realiza investigación y transferencia de tecnología en fruticultura con el apoyo de la Cooperación Técnica Suiza; también ofrece servicios de capacitación y la oferta de árboles frutales para nuevas plantaciones.

Las actividades del Programa de Fruticultura se realizan en 6 Granjas Frutícolas y una Estación Experimental ubicadas en diversas localidades del país, donde se investiga sobre aspectos de nuevas variedades, manejo de los huertos, fertilización, riegos, plagas y enfermedades, en los cultivos de manzano, durazno, aguacate, limón, naranjilla, vid y tomate de árbol principalmente.

La información y experiencias generadas son demostradas y transferidas a los productores a través del modelo de Grupos de Transferencia Tecnológica (GTT), que trabajan en base a reuniones mensuales, giras, seminarios técnicos y de gestión, y días de campo. Los GTT están funcionando alrededor de las unidades experimentales que trabajan en fruticultura en INIAP.

Para cualquier información dirigirse a:

Programa de Fruticultura
Proyecto INIAP-COTESU
Casilla 17-17-1362
Quito, Ecuador.
Tel. (2) 541-997 Fax: (2) 504-240

EL INIAP ES LA ENTIDAD OFICIAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA AGROPECUARIA, CUYA MISION ES GENERAR Y ADAPTAR TECNOLOGIAS APROPIADAS ENCAMINADAS AL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD, PROPICIANDO LA PRODUCCION CON SENTIDO ECONOMICO Y LA SOSTENIBILIDAD DE LOS RECURSOS NATURALES.

**PRODUCCION:
DEPARTAMENTO DE COMUNICACION SOCIAL DEL INIAP
Casilla 17-01-2600 - Quito, Ecuador**

**Manual No. 31
Diciembre 1995**