

Manual de
**PROPAGACIÓN DE PLANTINES
DE MANZANO Y DURAZNERO
BAJO INVERNADERO**



2011 Manual de propagación de plantines de duraznero y manzano bajo invernadero

Copyright Fundación PROINPA
Todos los derechos reservados
Registro de propiedad intelectual bajo

Depósito Legal: 2-1-2812-11

ISBN: 978-99954-743-9-3

Autores:

Alberto Centellas
Víctor Álvarez
Esther Acuña
Eduardo Rocha
Edwin Maita

Comité Revisor:

Giovanna Plata
Oscar Navia

Producción:

Andrea Alemán
Samantha Cabrera

Arte y Diagramación:

María Isabel Soliz

Impresión:

Impresiones Poligraf

Fotografías:

Fundación PROINPA

Dirección de Contacto

PROINPA - Oficina Central Cochabamba

Av. Meneces s/n, Km 4 (zona El Paso)

Teléfono: (591-4) 4319595

Fax: (591-4) 4319600

E-mail: proinpa@proinpa.org

www.proinpa.org

Cita correcta

Centellas, A., Álvarez, V., Acuña, E., Rocha, E. y E. Maita (2011). *Manual de propagación de plantines de duraznero y manzano bajo invernadero*. Cochabamba. Fundación PROINPA.

Este manual es publicado en el marco del Proyecto PIC “Desarrollo de innovaciones para la producción de plantines certificados e identificación de variedades de frutales en el Valle Alto del departamento de Cochabamba”, como parte de una demanda de la Plataforma de Coordinación Interinstitucional de Innovación Tecnológica de Frutas de Valle (PLACIIT FV), que cuenta con el apoyo del Consejo Departamental de Competitividad de Cochabamba (CDC), el Programa de Innovación Continua (PIC), financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).

Contenido

	Pág.
PRESENTACIÓN	5
I INTRODUCCIÓN	7
II VIVERO FRUTÍCOLA	10
2.1. ¿Qué es un vivero frutícola?	10
2.2. Establecimiento del vivero	10
2.3. Selección del lugar	10
2.4. Áreas y tamaño del vivero	11
2.4.1. Invernadero de enraizamiento	11
2.4.2. Construcción	12
a. Replanteo del terreno	12
b. Preparado de los materiales y levante de la estructura principal	12
c. Estructura para el techo, cobertura plástica y semisombra	12
d. Irrigación (Sistema de nebulización)	13
e. Automatizado del sistema de riego	14
f. Armado de platabandas o camas de enraizamiento	14
2.4.3. Camas de enraizamiento y desinfección	16
a. Arena	16
b. Cascarilla de arroz carbonizada	16
2.4.4. Vivero de aclimatación y desarrollo	17
2.4.5. Armado del vivero de aclimatación	17
2.4.6. Instalaciones complementarias	18
III MANEJO DE SUBSTRATOS	19
3.1. ¿Qué es el sustrato?	19
3.2. Preparación de los sustratos	19
3.3. Tratamiento de los sustratos	19
3.3.1. Técnicas físicas	19
a. Uso de vapor de agua	19
b. Solarización	20
c. Retostado del sustrato	21
3.3.2. Técnicas químicas	21
3.3.3. Bioinsumos	22

IV PROPAGACIÓN ASEJUAL – TÉCNICA DEL ESTAQUILLADO	23
4.1. Propagación asexual del duraznero y manzano	23
4.2. Estaca o esqueje	23
4.2.1. Estacas de tallo	24
a. Estacas de madera dura o leñosa	24
b. Estacas de madera semidura o semileñosa	24
c. Estacas de madera blanda o herbácea	25
4.2.2. Ventajas de la propagación por estacas	25
4.2.3. Plantas madre o material base	25
a. Vitro plantas	26
b. Plantas escape	26
4.2.4. Establecimiento de huertos madre	26
a. Recipientes aislados	26
b. Establecimiento a campo	27
4.2.5. Tiempo de permanencia de plantas madres	28
4.2.6. Épocas de estaquillado	28
4.2.7. Colecta del material y selección	29
4.2.8. Preparación de los esquejes para el estaquillado	29
4.2.9. Tratamientos de las estacas con enraizadores	30
4.2.10. Forma de Preparación de AIB	30
4.2.11. Inducción al enraizamiento y siembra de esquejes	31
4.2.12. Cuidados durante el enraizamiento	33
4.2.13. Endurecimiento	35
4.2.14. Transplante y cuidados	35
4.2.15. Manejo del vivero pos-transplante	38
V INJERTADO DE LOS PLANTINES	40
5.1. ¿Qué es un injerto?	40
5.2. Épocas	40
5.3. Tipos de injerto	40
5.3.1. Injerto de escudete o en T	41
5.3.2. Injerto de astilla o injerto de chip budding	43
5.3.3. Injerto inglés	44
5.4. Cuidados de los plantines pos injertado	47
GLOSARIO	48
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	50

Presentación

El Proyecto “Desarrollo de innovaciones para la producción de plantines certificados e identificación de variedades de frutales en el Valle Alto del departamento de Cochabamba”(PIC Frutales), hace parte del Programa de Innovación Continua (PIC), operado en Cochabamba por el Consejo Departamental de Competitividad (CDC), financiado por la Agencia para la Cooperación y Desarrollo de Suiza (COSUDE) y ejecutado por la Fundación PROINPA.

Durante la ejecución de este Proyecto en cinco municipios (Cliza, Tarata, San Benito, Punata y Arbieto), fueron generadas diversas informaciones que son parte de este manual. Los datos se obtuvieron sobre la base de la experiencia en el manejo de viveros de la Fundación PROINPA (10 años) y fueron enriquecidos con revisiones bibliográficas para sustentar los diversos resultados obtenidos en la propagación del duraznero y manzano.

Para la generación de esta información debemos destacar la gran predisposición de los viveristas y futuros viveristas que hicieron parte de este Proyecto, quienes colocaron a disposición no sólo sus propiedades, sino también inversiones en mejoras, infraestructura, y conocimientos adquiridos en sus años de fruticultores. También debemos resaltar la dinámica de la Plataforma Frutas de Valle (PLACIIT FV), quienes a la cabeza de Humberto Vargas, mostraron gran madurez y sobre todo, liderazgo con los compañeros fruticultores del Valle Alto.

Un agradecimiento especial a COSUDE, financiador de este Proyecto, por su apoyo económico para hacer posible la ejecución del mismo; de igual manera a quienes contribuyeron directa o indirectamente con este manual a través de sugerencias, aportes y otros.

Finalmente esperamos que el presente manual sirva como una fuente de consulta a viveristas, técnicos, fruticultores, estudiantes, profesores universitarios y otros, puesto que contiene información actualizada de las últimas innovaciones existentes a nivel latinoamericano.

I. Introducción

La producción de frutas de carozo y pepita, refiriéndonos a las especies de duraznero, ciruelo y manzano, que son las más cultivadas principalmente en los valles¹ de los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, La Paz, Potosí y Santa Cruz, atraviesa por momentos difíciles, tanto a nivel del manejo de huertos como en el manejo de los viveros. Centraremos este manual en el segundo aspecto, indicando que las deficiencias más importantes en la producción de plantines de duraznero y manzano son aquellas concernientes a la identidad genética, pureza varietal y la calidad de éste.

Identidad genética². Principalmente en el cultivo del duraznero. Se refiere a la exactitud del origen de la semilla para porta injertos o pies utilizados, además de la variedad. En los valles bolivianos, al no tener un porta injerto definido, se tiene el hábito de usar la semilla de cualquier árbol de duraznero para producir plantines. Esto estimulado por los propios viveristas y su necesidad de abastecerse de carozos, independientemente de su procedencia.

Pureza varietal. Es el nombre y origen de la variedad injertada en este plantín. Se tiene muchísimos ejemplos de la mezcla varietal que frecuentemente incurren muchos viveristas al no realizar esta actividad con los pasos rigurosos que deben seguirse desde el establecimiento de huertos madre, identificación y registro de los materiales, hasta la propia injertación e identificación de los lotes de producción.

Calidad. Refiriéndonos principalmente a aspectos de *uniformidad*, *edad* y *la sanidad*. La *uniformidad* que queda de inicio descartada, justamente por el uso indiscriminado de carozos de origen desconocido, lo cual da lugar a individuos diferentes, llevando la variabilidad a índices muy altos, que no es el objetivo de un vivero. Esto es muy común de observar en los viveros del Valle Alto, donde en un extremo existen plantines más desarrollados y en el otro plantines muy débiles, unos listos para ser injertados mientras otros deben esperar un tiempo adicional para este propósito.

1 Valles. En Bolivia son conocidas las zonas donde ofrecen condiciones para la producción de frutas de clima templado.

2 *Identidad genética*, atributo por el que un material vegetal corresponda a la denominación y descripción de la variedad requerida.



Edad. Es otro aspecto que no es tomado en cuenta, mientras que el grueso de los plantines es vendido en dos años, existen remanentes que pueden ir para el tercer año. El productor se da modos para poder acomodar estos materiales usando algún tipo de artificios, sea el precio o el “rejuvenecimiento” para poder acomodarlo al mercado (Fig. 1).

Fig. 1. Plantas de 2 a 3 años de edad. Obsérvese el leño viejo de la base de la planta.



Sanidad. Principalmente referida a la presencia de virus y agalla de corona (*Agrobacterium tumefaciens*), enfermedades que son de alta importancia para nuestra fruticultura; la primera con incidencia sobre la calidad de los frutos y el declínio de las plantas de los futuros huertos, y la segunda que también tiene su efecto especialmente en la longevidad de la planta (Fig. 2).

Fig. 2. Presencia de agalla de corona en plantines de duraznero.

Todos estos aspectos son por demás estratégicos para el futuro establecimiento de los huertos y principalmente para la economía de nuestros productores. Sobre los plantines recae un peso importante en el establecimiento del huerto, podríamos decir que más del 50% del éxito del futuro huerto está en función de la calidad y sanidad del material vegetal a establecerse.



En los climas templados de Bolivia, la manera usual de producir un porcentaje muy alto de plantines, especialmente de duraznero, es con el uso de carozo o semilla (Fig. 3), estratificación de éste para quebrar la dormancia (Fig. 4), germinación, transplante, desarrollo del plantín, injertado y extracción para su venta a raíz desnuda. Estas actividades se realizan en las diversas parcelas de

Fig. 3. Carozos lavados y en proceso de secado para su estratificación.

terreno del vivero (algunas veces propia y muchas veces alquilada), por la estrategia de rotación de terrenos para el escape a la agalla y los problemas indicados anteriormente.

El otro porcentaje, que paulatinamente va incrementándose, es el uso de estructuras como los invernaderos de enraizamiento. Para el caso del duraznero, es importante tener materiales vegetales que respondan a este tipo de ambiente y la inducción radicular con la utilización de auxinas comerciales. El porta injerto “Garfi x Nemared” (GxN₃) responde a estos requerimientos a través del estaquillado (clonado), además de la alta compatibilidad con variedades tempraneras de duraznero, así como con diversas especies y variedades de frutas de carozo, presentando un alto vigor y rápida entrada en producción. No se tiene aún en nuestro medio otro porta injerto con estas características. En el corto a mediano plazo, consideramos abierta la posibilidad con los ensayos que se van realizando con materiales criollos y la introducción de otros portainjertos por el PIC Frutales, ejecutado por la Fundación PROINPA.

La reproducción utilizada en nuestro medio para el caso del manzano es la vía asexual. La mayor parte de los plantines están sobre el portainjerto “Marubakaido” (mejor conocido como Maruba), algo sobre M9. Uno de los mayores problemas es la poca oferta de plantines y el precio alto que tienen que pagar los fruticultores por éstos, esto atribuido al incremento de la demanda por el éxito de las variedades copa con bajo requerimiento de horas frío (“Princesa” y “Eva”), que están siendo establecidas principalmente en zonas templadas de Cochabamba y Santa Cruz.

En este manual vamos a referirnos a la producción de plantines de duraznero y manzano, haciendo énfasis desde el establecimiento hasta las técnicas bajo invernadero (validadas con viveristas del Valle Alto de Cochabamba) como: el uso de camas de enraizamiento, multiplicación por estaquillado, fitoreguladores, substratos y uso de bolsas como contenedores de los plantines. En el caso del duraznero se hace uso del porta injerto “GxN” y para manzano del “Maruba”. Se tocarán diversos aspectos clave en el éxito de la producción de plantines, de tal forma que este manual pueda ser utilizado por personas que deseen iniciarse en esta actividad, así como especialistas que necesiten realizar consultas puntuales sobre estos temas.



Fig. 4. Estratificado de los carozos en platabanda.

II. Vivero Frutícola

2.1. ¿Qué es un vivero frutícola?

Es el lugar destinado a la propagación de plantas frutales a partir de semilla o un tejido vegetal (sexual y asexual), donde se efectúan todas las labores necesarias para germinarlas o enraizarlas, desarrollarlas, injertarlas y cuidarlas hasta el momento en que los plantines estén listos para su establecimiento definitivo en campo.



▲ Fig. 5. Huerto madre de una variedad copa.

2.2. Establecimiento del vivero

Para el establecimiento partimos del supuesto que la persona que desarrolla esta actividad cuenta con un plantel de portainjertos (huerto madre) y un huerto de variedades copa (Fig 5), para poder extraer el material vegetal, clonarlos y posteriormente realizar el injertado. Caso contrario, las inversiones realizadas de los invernaderos no podrían ser utilizadas.

2.3. Selección del lugar

El área para el establecimiento del vivero debe reunir las siguientes condiciones:

- Estar cerca de fuentes de agua de buena calidad y en cantidad suficiente.
- Ser de fácil acceso para facilitar la comercialización y el aprovisionamiento de materiales e insumos.
- Contar con buena aireación e iluminación solar.
- Estar protegido de heladas, vientos fuertes y daños físicos que podrían sufrir por animales o personas ajenas.
- En caso de producir plantines de calidad certificada, éstas deben estar alejadas al menos 100 m de huertos comerciales.

2.4. Áreas y tamaño del vivero

El vivero está compuesto por: el invernadero de enraizamiento, aclimatación y desarrollo, además de instalaciones complementarias, que son destinadas a depósitos (insumos, herramientas y otros), área de substratos, agua de riego, vivienda del cuidador, oficina y zonas de circulación, que pueden llegar a ocupar hasta un tercio del vivero (Anexo 1).

Para determinar la superficie necesaria del vivero se parte del número total de plantines a producir. En base a este dato, se realizan los cálculos de los m² para cada una de las respectivas áreas.

Como ejercicio trabajaremos con un vivero modelo para la producción de 10.000 plantines de duraznero y/o manzano. En el Cuadro 1 se detalla la superficie del invernadero de enraizamiento, el vivero de aclimatación y el área de crecimiento (injertado y desarrollo), además de las áreas destinadas a caminos, pasillos, depósitos y áreas de almacenamiento, preparación y desinfección de substratos que en suma representan un 50 a 60% del vivero frutal.

Cuadro 1. Cálculo del área total para un vivero con capacidad de producir 10.000 plantines con la técnica del estaquillado.

Ítem	Área	Superficie necesaria (m ²)	% área vivero
1	Invernadero de enraizamiento	36	6
2	Aclimatación	64	10,67
3	Desarrollo	240	40
4	Substratos	10	1,67
5	Pasillos	150	25
6	Depósitos herramientas	50	8,33
7	Caminos	50	8,33
	TOTAL	600	100

1,64 plantines (bolsas 20 x 35 cm) ocupan 1 m².

2.4.1. Invernadero de enraizamiento

Es una estructura cubierta con material plástico o vidrio que cuenta con instalaciones de riego por nebulización, el cual debe poseer condiciones óptimas de temperatura y humedad para garantizar un buen enraizamiento de las estaquillas en el substrato empleado. (Fig. 6)

Fig. 6. Invernadero de enraizamiento. ►



2.4.2. Construcción

a. Replanteo del terreno

Tomando en cuenta la cantidad de plantas que se desea sacar por partida y considerando a manera de ejemplo, en un invernadero para una capacidad de 4.000 estaquillas, se tiene una superficie de 40 m² que satisface esta producción.

Tomemos entonces un diseño convencional y práctico de 9x4m, para esto se demarca en un terreno esta superficie y los hoyos para el colocado de postes. La distancia deberá ser 3 m entre postes a lo largo y 4 m a lo ancho. Estos postes servirán de soporte al invernadero.

b. Preparado de los materiales y levante de la estructura principal

Para la construcción del invernadero se precisarán diversos materiales (Anexo 2), los cuales pueden ser fácilmente adquiridos en nuestro medio. Se recomienda conseguirlos antes del inicio de la obra.



Fig. 7. Altura del invernadero y caída.

Inicialmente debe armarse la estructura principal (plantación de los postes), para lo cual cada uno de los ocho postes de madera deberán ser tratados previamente en su base con alquitrán más diesel, colocando para cada dos partes de alquitrán una de diesel, ello para garantizar una larga duración. Los postes se plantan a una profundidad de 50 cm, fijándolos con una mezcla de arena y cemento (4 a 1) y dejándolos al secado por 4 días. La altura del vivero debe ser de 3 m en la parte alta y 2,2 m en la parte baja (Fig. 7).

c. Estructura para el techo, cobertura plástica y semisombra

La estructura es de una caída (medias aguas). Debe procederse al clavado de los travesaños y listones, y luego aislar la estructura con plásticos o paños para evitar que el plástico que recubre el invernadero se rompa con la fricción que causan los vientos.

La cobertura de todo el invernadero se realiza con plástico (agrofilm) preferentemente en días soleados, entre las 10 a.m. a 3 p.m., para que éste pueda dilatarse y se tenga un buen tesado. El plástico debe sujetarse a la estructura con clavos, listones y goma de neumático usado, colocándolo alrededor de toda la estructura. Al fijar el plástico, debemos dejar un metro de la caída lateral libre para que se pueda usar como cortina de ventilación en algunas ocasiones (desinfección de substratos, endurecimiento del material enraizado, temperaturas muy elevadas y otros) (Fig. 8 y 9).



Fig. 8. Colocación de plástico a un invernadero en forma de curva.



Fig. 9. Invernadero con el plástico tesado.

Una vez colocado el plástico, debe ir por encima una malla semisombra de 50% para evitar temperaturas muy altas dentro del invernadero. La temperatura óptima dentro del invernadero debe oscilar entre 18 a 32°C (Fig. 10).

Fig. 10. Invernadero con malla semisombra. ►



d. Irrigación (Sistema de nebulización)

Para garantizar óptimas condiciones de enraizamiento, se debe mantener un alto porcentaje de humedad dentro del invernadero (arriba de 90%). Ello se logra con un sistema de nebulizadores de disco plano con un caudal unitario de 40 l/hr y una cobertura de 1 m de radio (Fig. 11).

Fig. 11. Nebulizador de disco plano. ►



Los nebulizadores son colocados en tuberías de polietileno de 16 mm de diámetro, colocando una línea por platabanda con un espaciado de un metro entre nebulizadores (Fig. 12). Para el cálculo de la potencia de la bomba, se multiplica el gasto unitario de cada nebulizador por el número de nebulizadores y se elige una bomba que



cumpla con los requisitos, dándole un margen de 10 a 20% mayor. La bomba de 0,8 HP es la que mejor se adecúa para la nebulización de este tamaño de ambiente.

La bomba se conecta a un tanque de agua que debe tener alimentación permanente y cierre automático una vez lleno el tanque (flotador). Si se tuviera buena diferencia de altura, entre la fuente de agua y el invernadero la bomba de impulsión se sustituiría por una válvula solenoide (llave de paso eléctrica), la cual se conecta al temporizador (timer).

◀ Fig. 12. Tuberías de polietileno con nebulizadores en funcionamiento.

e. Automatizado del sistema de riego

El automatizado (Fig. 13) se lo realiza usando disyuntores de encendido y apagado de la bomba de agua, conectados a temporizadores, que regulan la frecuencia de encendido. Se recomienda completar las camas de enraizamiento con estaquillas y dejar que funcione 15 seg. cada 15 min. durante el día (de 8 a.m. a 6 p. m.) durante las épocas más calientes del año (parte de la primavera y verano) y 15 seg. cada 30 min. en épocas de baja temperatura (otoño e invierno). Durante la noche el equipo debe quedar apagado.

◀ Fig. 13. Automatizado del sistema.



f. Armado de platabandas o camas de enraizamiento

Previo al armado, todo el piso debe cubrirse con plástico de 200 micras para el control de malezas, haciendo perforaciones cada 30 cm (drenaje). Encima del plástico colocar una capa de grava de 5 cm de altura que servirá también como drenaje y una mejor transitabilidad (sin embarrado) (Fig. 14).

◀ Fig. 14. Piso cubierto con grava sobre plástico.



Las platabandas o camas de enraizamiento son de dos tipos: bajas y aéreas. Las bajas son estructuras de madera armadas encima de la grava de 20 cm de alto y 80 cm de ancho, siendo el largo del invernadero según el número de plantines. Éstas se revisten con plástico negro de 100 micrones lateralmente y en la base, además debe realizarse orificios cada 10 cm en el plástico que va en la base para drenar el exceso de agua. Sobre este plástico irá el sustrato (Fig. 15 a, b y c).



Fig. 15. a) Construcción de las camas de enraizamiento; b) Tablas con alquitrán en pleno secado; c) Camas con el sustrato.

Las camas aéreas también son estructuras de madera, similares en tamaño a las bajas (20 cm de alto y 80 cm de ancho) que, a diferencia de éstas, van elevadas del suelo a 1m de altitud sobre unas patas. El fondo de las estructuras donde va el sustrato puede ser de fibra de cemento con perforaciones cada 10 cm para el drenaje, o puede armarse una estructura con listones de madera separados a 1/2 cm, y sobre la cual va una malla milimétrica para retener el sustrato (Fig. 16).

Entre las camas se dejan pasillos de 70 cm de ancho que sirven para realizar las labores al interior del invernadero. Finalmente, se coloca antes del ingreso y cerca de la puerta, un pediluvio con un desinfectante como amonio cuaternario o cal viva, que es un control preventivo para agalla de corona u otros patógenos (Fig. 17).



Fig. 16. Cama aérea.



Fig. 17. Pediluvio con cal viva. ►

2.4.3. Camas de enraizamiento y desinfección

El sustrato para el enraizamiento tiene que tener buena ventilación y drenaje, se recomienda usar arena fina cernida o cascarilla de arroz carbonizada, según la accesibilidad a éstos para elegir uno o algún otro que cumpla con estas características. Se deben llenar las camas hasta los 15 cm de altura, para una cama de 5 m de largo es necesario $3/4 \text{ m}^3$ de arena ó 1 m^3 de cascarilla de arroz carbonizada.



a. Arena

Muy usada por su bajo costo y fácil obtención. Debe ser fina para retener algo de humedad alrededor del esqueje, pero también debe tener buena porosidad para drenar los excesos de agua con mucha facilidad (Fig. 18). La arena se recolecta a orillas de los ríos.

◀ Fig. 18. Camas bajas con arena.

b. Cascarilla de arroz carbonizada

La cascarilla de arroz es un subproducto del arroz que debe someterse a un proceso de quemado anaeróbico (sin aire) para carbonizarlo, evitando que se vuelva ceniza cuando se la exponga directamente al calor con aire. También puede ser retostado en una paila bastante grande por unas horas hasta que quede carbonizada. La cascarilla de arroz es un material ligero, tiene porosidad elevada, así como aireación y capacidad de retención de agua. Es un material rico en potasio y fósforo, pero pobre en nitrógeno (Fig. 19 y 20).



Fig. 19. Carbonizado de la cascarilla de arroz en grandes cantidades.



Fig. 20. Cama con cascarilla de arroz carbonizada.

2.4.4. Vivero de aclimatación y desarrollo

Consiste en un área cubierta con malla semisombra del 50%, la cual le asegura cierta protección a los plantines principalmente de los rayos del sol y de los vientos. Este es el espacio donde los plantines permanecerán por el mayor lapso de tiempo. La superficie del vivero se calcula de acuerdo al número de plantas que se desea producir (64 plantines/m^2), sumando los espacios destinados a los pasillos (Fig. 21).



Fig. 21. Semisombra del invernadero.

2.4.5. Armado del vivero de aclimatación

Los postes de 3 m de altura, previamente tratados en su base, se plantan a una profundidad de 70 cm, con una separación de 5 m de espaciamiento. A estos se sujetan los alambres a los cuales se colocará la malla semisombra.

Antes del colocado de la malla, se aíslan los nudos de los alambres y aristas de los postes con plásticos o retazos de malla u otro aislante con el fin de evitar que la fricción causada por vientos dañe rápidamente la malla. Luego se coloca la cubierta con la malla sombra, teniendo la precaución de cubrir hasta parte del piso y dejando sólo las puertas de ingreso libre.

El piso del vivero de aclimatación debe ser similar al invernadero de enraizamiento. En éste la función del plástico y la grava es evitar la penetración de las raíces de los plantines al suelo (impidiendo así el ingreso de patógenos de suelo por el sistema radicular) y la presencia de malezas.

Cada platabanda del invernadero tiene 1 m de ancho, el largo es variable, dependiendo del número de plantines. Las platabandas se separan por sendas de 40 cm de ancho, lo suficiente como para poder pasar cómodamente con una carretilla, ya sea para el transporte de materiales del vivero o para el despacho de las plantas (Foto 22 y 23).



◀ Fig. 22. Platabandas en construcción.



Fig. 23. Platabandas listas para ser utilizadas.



El riego del vivero puede realizarse mediante instalaciones de aspersion, riego individual por planta o simplemente con una manguera. Se debe tener cuidado con los aspersores en la época de injertado, ya que pueden causar la muerte de las yemas recién injertadas, en este período el riego debe sustituirse por un sistema manual por aproximadamente un mes. Una vez que esté prendida la yema, puede procederse nuevamente al riego por aspersion (Fig. 24).

◀ Fig. 24. Riego por aspersion.

2.4.6. Instalaciones complementarias

Estas áreas están destinadas a depósitos de insumos, preparación y depósitos de substratos, herramientas, agua de riego, casa del cuidador, oficinas y zonas de circulación, las cuales pueden llegar a ocupar una parte importante de espacio del vivero.

De todas éstas, el área de preparación de substrato es una de las más importantes. Aquí se realiza la desinfestación del substrato por medios físicos o químicos.

III. Manejo de Substratos

3.1. ¿Qué es el sustrato?

Es todo material sólido distinto del suelo natural, de síntesis o residual mineral u orgánico que, colocando en un contenedor (bolsa plástico, recipiente, etc.), permite el anclaje del sistema radicular de la planta, cumpliendo por tanto un papel de soporte para ésta. El sustrato interviene en un proceso complejo de nutrición mineral de la planta.

3.2. Preparación de los sustratos

Es recomendable preparar una mezcla de tierra sana del lugar, lama y tierra vegetal en una proporción de 1:1:1 (v:v). Se debe desmenuzar bien el sustrato, mezclarlo y pasarlo a través de una zaranda para tamizarlo, eliminando todo material no deseable y grueso. De esta manera se ofrece a las plantas un sustrato suelto, rico en materia orgánica y buena capacidad de retención de humedad. Si el sustrato es algo pesado, por la tierra del lugar, éste debe ser probado en otras proporciones, aumentando la lama (limo) y tierra vegetal. En el caso de disponer de cascarilla de arroz, ésta también puede ser incorporada.

3.3. Tratamiento de los sustratos

La desinfección del suelo es una práctica que se emplea en fruticultura, especialmente en viveros, que consiste en prevenir los efectos negativos que ocasionan los parásitos del suelo (insectos, nematodos, hongos, malas hierbas y bacterias), que generalmente ponen en riesgo la viabilidad de las especies frutícolas, para lo cual hay diferentes técnicas (físicas y químicas) que combaten la acción de los mismos.

3.3.1. Técnicas físicas

Estas técnicas están basadas en la utilización del calor, que puede ser a través de vapor, solarización o retostado del sustrato.

a. Uso de vapor de agua

Es un método basado en el calor que transfiere el vapor de agua. Se aplica con un equipo especial (caldero) que, a través de una tubería principal es llevada a un contenedor



metálico que contiene una serie de tuberías con huecos en su base, donde se desprende el vapor al substrato que está en su interior. El tiempo recomendado es de 40 minutos, llegando a una temperatura por encima de 70°C, destruyendo insectos, ácaros, nematodos, hongos, bacterias y semillas de malezas. Esta tecnología es de bajo impacto ambiental (Fig. 25).

◀ Fig. 25. Desinfestación mediante caldero de vapor.

b. Solarización



Fig. 26. Colocado del plástico y el substrato.

El uso de la solarización para el tratamiento del substrato es una alternativa de energía renovable y amigable con el medio ambiente. Se recomienda un tiempo de 60 días, usando dos láminas de plástico de polietileno de un espesor entre 0,025 a 0,1 mm y substrato húmedo que no exceda 20 cm de espesor. Para que la solarización actúe correctamente, hay que sellar los bordes de la sábana de plástico y enterrarlos (Fig. 26). A 10 cm más arriba se colocará una segunda capa de plástico, la cual será bien tesada y soportada con tierra. El plástico, sin agujero alguno, debe tener un indicativo de que funciona bien, puesto que con el sol se hincha un poco. Es importante no tener árboles que proporcionen sombra y que la época sea la de mayor insolación y temperatura (verano). Las temperaturas a las que se pueden llegar esta entre 40 a 45°C.

Con este método se consigue una reducción de las pérdidas de calor latente de evaporación, el plástico impide la evaporación del agua del suelo al producirse una condensación de las gotas de agua en la cara interna del mismo. Asimismo, se reducen las pérdidas de calor debidas a la emisión infrarroja del suelo (Fig. 27 a, b y c).



a



b

Fig. 27. a) Mojado del sustrato y removido; b) Colocado y tesado de la primera capa superior; c) Colocado y tesado de la segunda capa.



c

c. Retostado del sustrato

Es una práctica utilizada por algunos viveristas, especialmente para el carbonizado de la cascarilla de arroz que se aplica en las camas de enraizamiento. Este proceso consiste en el uso de una paila grande (100 l) donde se coloca la cascarilla, y haciendo uso de la combustión de leña, esta se retuesta, removiendo permanentemente hasta que quede carbonizada. Esto se logra en aproximadamente en un par de horas. La misma técnica puede ser usada para la arena fina a utilizarse en las mismas camas.

3.3.2. Técnicas químicas

El uso de formol (Formaldehído) a una concentración del 2% resulta una opción económica e interesante (Fig. 28). El formol (40%) se prepara diluyendo 1/2 litro en 10 litros de agua y usando una regadera, se aplica sobre 1 m³ del sustrato en capas de 10 cm, teniendo los cuidados necesarios de protección (uso de lentes, botas, máscara y guantes) por ser un producto irritante (Fig. 29). Posteriormente, el sustrato se cubre con

plástico por 3 días y luego se deja ventilar por otros 3 días, removiendo al menos una vez por día hasta que quede sin olores irritantes y se pueda utilizar sin contratiempos.



Fig. 28. Frasco de Formaldehido.



Fig. 29. Aplicación de formol a un sustrato.

3.3.3. Bioinsumos

Una vez efectuada la desinfección del sustrato es importante la incorporación de bioinsumos al mismo, que permitan la recolonización con microorganismos benéficos, para promover el crecimiento vegetativo (desarrollo radicular) y proteger a las plántulas de enfermedades (Fig. 30 y 31). Los bioinsumos pueden estar en base a hongos y/o bacterias como *Trichoderma* spp, Micorrizas, *Bacillus* spp., a los cuales se les atribuyen efectos positivos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además ayudan a descomponer la materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta.



Fig. 30. Diversidad de bioinsumos que pueden ser aplicados al sustrato.



Fig. 31. Aplicación de bioinsumos al sustrato.

IV. Propagación Asexual – Técnica del Estaquillado

La propagación asexual o vegetativa reproduce clones, lo cual implica la división auténtica de las plantas madres. Las plantas propagadas vegetativamente reproducen por medio de la réplica del ADN toda la información genética de la planta progenitora. En consecuencia, las características específicas de una determinada planta son perpetuadas en la propagación de un clon. El proceso de reproducción asexual tiene una importancia especial en el cultivo de los frutales, porque la composición genética (genotipo) de la mayoría de los cultivares de frutales es generalmente heterocigota y las características que distinguen a estos tipos se pierden de inmediato al propagarlos por semilla.

4.1. Propagación asexual del duraznero y manzano

El material que se viene propagando asexualmente para uso de portainjerto del duraznero es el “Garfi x Nemared”, conocido en nuestro medio como GxN (Fig. 32) y para manzano el “Marubakaido” conocido como Maruba, que gradualmente se están convirtiendo en los principales portainjertos para el duraznero y manzano en Bolivia. Esto por las características que presentan: buena adaptación a las condiciones de suelos de nuestros valles, buen vigor, rápida entrada en producción, y principalmente, por la facilidad de enraizamiento bajo invernadero en buena parte de los meses del año, lo cual los hace muy atractivos y a los cuales enfocaremos la atención, refiriéndonos a la técnica utilizada que es el estaquillado.



Fig. 32. Planta de GxN de dos años.

4.2. Estaca o esqueje

Se llama estaca a un trozo de tallo o raíz de una planta madre, a partir de la cual se inicia una nueva planta cuando se coloca en condiciones favorables para su desarrollo. Dentro de esta forma de multiplicar existen varias técnicas que son utilizadas según la especie:

estaquillas herbáceas, estaquillas de plantas perenniformes, estacas de madera dura y esquejes de raíz. Es un procedimiento muy empleado para la propagación de especies frutales y ornamentales.

4.2.1 Estacas de tallo

Son las más usadas en fruticultura para la propagación de plantines, enraízan mejor que otros órganos porque tienen mayor cantidad de tejido sin diferenciar, facilitando la formación de primordios radiculares. La presencia de hojas en las estacas o esquejes acelera la tasa de formación de raíces y el número de raíces es proporcional al área foliar. Estas a su vez pueden clasificarse de acuerdo a la edad en estacas de madera dura o leñosa, semidura o semileñosa y blanda o herbácea.

a. Estacas de madera dura o leñosa



Fig. 33. Estacas de madera leñosa.

Constituye el método de propagación más fácil y menos costoso, son las más simples de preparar, son poco perecederas y no requieren equipo especial durante el enraizado. Se preparan durante la estación de reposo, después de la caída de hoja y antes de la brotación de yemas, con madera del crecimiento de la estación anterior. El material debe obtenerse de plantas madres sanas y vigorosas, que hayan crecido a plena luz. Para el caso de “Maruba”, este método funciona bien, siendo su desventaja que se lo obtiene en una sola época al año. En el caso de “GxN” no recomendamos hacerlo por esta vía (Fig. 33).



◀ Fig. 34. Estaca semileñosa.

b. Estacas de madera semidura o semileñosa

Se recogen en el verano, justo después de haber transcurrido un periodo de crecimiento, con madera parcialmente madura, esta es madera del año. Se las recoge con una longitud de 10 a 15 cm, dejando hojas en su extremo apical (Fig. 34). Es necesario plantarlas inmediatamente para evitar su deshidratación bajo nebulización y con uso de auxinas.

c. Estacas de madera blanda o herbácea

Las estacas se extraen en primavera de los extremos de las ramas nuevas que crecen a plena luz y de desarrollo mediano. La longitud varía de 10 a 15 cm, dejando un par de medias hojas en la porción terminal (Fig. 35). A pesar que el enraizamiento es más rápido y fácil, se requiere más atención y debe ser necesariamente bajo nebulización. Los brotes muy tiernos no son deseables porque tienen una tendencia mayor a deshidratarse antes que ocurra el enraizamiento.



Fig. 35. Estaca herbácea. ►

4.2.2. Ventajas de la propagación por estacas

La propagación por estacas presenta ventajas como:

- Facilidad en el procedimiento, se puede propagar abundante material utilizando un espacio limitado, partiendo de pocas plantas madres.
- Cada planta producida por este método es genéticamente idéntica a la planta de la cual procede.
- Se obtiene mayor uniformidad del huerto por reproducir los caracteres genéticos de la variedad copa injertados sobre este portainjerto.
- Tiene bajo costo de operación (económico), es rápido y simple.

4.2.3. Plantas madre o material base

Para establecer un huerto madre de portainjertos o variedades copa, se debe contar con las siguientes condiciones básicas del material vegetal:

- *Identidad genética*, atributo por el que un material vegetal corresponde a la denominación y descripción de la variedad requerida.
- *Pureza varietal*, por el que un lote de material vegetal no contenga mezclas con individuos atípicos al cultivar requerido.
- *Buena sanidad*, que el conjunto de material vegetal a utilizar esté libre de plagas y enfermedades además de portadores y patógenos capaces de provocarlos.

Para cumplir con estas condiciones, los huertos deben ser establecidos con material vegetal procedente de:



a. Vitro plantas

Proviene de tejidos meristemáticos obtenidos en laboratorio de cultivo de tejidos y micropropagadas en condiciones asépticas, garantizando la sanidad de este material (Fig. 36). Estas vitro plantas son transferidas a las condiciones ambientales de un invernadero para su aclimatación. Posteriormente, se traslada a un vivero para su endurecimiento y desarrollo.

◀ Fig. 36. Plántulas de duraznero in vitro.



b. Plantas escape

Provenientes de plantas seleccionadas de huertos por sus características de productividad y testeadas en laboratorio (Fig. 37). Las plantas deben estar libres de virus, posteriormente ser multiplicadas en condiciones aisladas y bajo un invernadero con malla antiáfido para preservar su sanidad.

◀ Fig. 37. Planta de duraznero de buena calidad.

4.2.4. Establecimiento de huertos madre

Para mantener las plantas madre libres principalmente de virus y enfermedades de suelo, existen dos formas de establecimiento:

a. Recipientes aislados

Este método de establecimiento constituye la forma más apropiada para mantener la calidad sanitaria de la planta madre, requiriendo así:

- El uso de recipientes individuales de plástico, cerámica o cemento tienen que tener una capacidad de al menos 100 litros, estar ubicados sobre una rejilla a una altura de 20 cm del nivel del piso, o sobre una capa de grava de 15 cm, con el objetivo de evitar el contacto con el suelo para prevenir el ingreso de la agalla de corona u otros patógenos (Fig. 38).
- Utilizar sustratos desinfectados (esterilizados) y ricos en materia orgánica (1 parte de limo, 1 de tierra del lugar y 1 de materia orgánica) para un buen desarrollo de estas plantas.

- Uso de bioinsumos en base a bacterias y hongos más humus de lombriz para la protección de las plantas y recuperación de los organismos benéficos del suelo.
- Fertilización química (20-20-20) u orgánica (compost) con cierta regularidad para evitar el decaimiento de las plantas madre.
- Realizar tratamientos periódicos para el manejo de plagas y/o enfermedades, de acuerdo a observación, especialmente en el manejo de áfidos.



Fig. 38. Plantas establecidas en recipientes individuales de plástico. ►

b. Establecimiento a campo

Para este sistema se requiere:

- Análisis de suelo para verificar que esté libre de agalla de corona y nemátodos (*Meloydogyne* sp.) antes de la implantación.
- Estar aislado de plantaciones comerciales de acuerdo a normas de certificación para evitar futuros problemas fitosanitarios.
- Ubicarlo cerca al vivero de enraizamiento para realizar la provisión de estos materiales con facilidad.
- Uso de bioinsumos para la protección de las plantas e incorporación de organismos benéficos del suelo.
- Cuidados con la fertilización, plagas y enfermedades, riegos y otros con más regularidad que un huerto común.

El huerto madre (copa o portainjertos) debe estar sujeto a un buen manejo para asegurar la producción continua y prolongada de gran número de estacas con alta cantidad de reservas alimentarias (Fig. 39).



Fig. 39. Huerto madre de la variedad copa. ►

4.2.5. Tiempo de permanencia de plantas madres



Dependiendo del manejo realizado a las plantas, éstas podrán permanecer como máximo doce años en el caso de portainjertos y diez años si es variedad copa, con verificación de su sanidad (virus) cada dos años (Fig. 40). Si no son renovados pasarán a una categoría inferior o si se detecta infección provocada por patógenos prohibidos, éstos serán descartados automáticamente.

◀ Fig. 40. Colecta de muestras para análisis de virus.

4.2.6. Épocas de estaquillado

Las épocas del estaquillado es uno de los factores que se debe tomar muy en cuenta. Por la experiencia obtenida, las estacas semileñosas de “GxN” o “Maruba” tomadas durante la primavera, el verano o principios de otoño (septiembre a abril), usualmente enraízan con mayor facilidad que las estacas de madera dura obtenidas en el invierno. En este último, y para nuestras condiciones, si se tiene control de la temperatura y heladas existe una buena respuesta, arriba del 60% de enraizamiento. El enraizamiento depende principalmente del material vegetal, condiciones de temperatura y alta humedad en el invernadero de enraizamiento.

En ensayos realizados en la Fundación PROINPA se tuvo muy buenas respuestas con el estaquillado de algunos porta injertos criollos en diversas épocas (Fig. 41 y 42). Esto abre una gran expectativa sobre la posibilidad de tener esta opción reemplazando el uso de carozo y poder tener clones de estos ecotipos locales, y así solucionar la gran variabilidad causada por el uso de semilla. Existen muchos fruticultores que tienen preferencia por este portainjerto, que en relación al GxN, ha demostrado una influencia fuerte sobre la calidad del fruto, la cual justamente es preferida por este atributo.



Fig. 41. Estacas enraizadas de portainjerto criollo.



Fig. 42. Enraizado de diversos genotipos de duraznero criollo.

4.2.7. Colecta del material y selección

La obtención de ramas de la planta madre debe realizarse por la mañana (antes de las 11 am), por la tarde (después de las 16 pm) o en días nublados y frescos, cuando el material vegetal está turgente (Fig. 43). Esto con la finalidad de evitar la deshidratación durante las horas de mayor insolación. Se debe seguir el siguiente procedimiento de recolección:

- Elegir ramas vigorosas con buen estado fitosanitario y que contengan buen número de yemas.
- Colocar las ramas y/o varetas de la planta madre en un balde de 30 litros que contenga agua en el fondo (Fig. 45).
- Finalizada la colecta, trasladar inmediatamente al invernadero.



Fig. 43. Colecta de material de plantas madre del portainjerto GxN.



Fig. 44. Ramos colectados en un balde.

4.2.8. Preparación de los esquejes para el estaquillado

El tamaño de los esquejes varía según la especie y el estado de la planta, para duraznero 10 a 15 cm y 8 a 10 cm para manzano. El corte apical debe hacerse en bisel, en sentido contrario a la última yema del esqueje para evitar la acumulación de gotas de agua, las cuales podrían provocar la pudrición del ápice. El corte basal debe hacerse perpendicularmente al eje central del tallo y justo debajo de una yema. También se debe realizar dos tajos laterales delgados equidistantes de aproximadamente 1 a 2 cm de longitud hasta que se observe el cambium de la corteza del esqueje, esto permite una mayor área de contacto con la solución del ácido indol butírico - AIB (auxina/ enraizador), lo cual facilitará un mejor enraizamiento.

Las estacas, estaquillas o esquejes deben contar con al menos un par de hojas en la parte superior, para que contribuyan al enraizamiento (hormonas naturales de enraizamiento) y recortadas a la mitad para evitar una menor deshidratación. A medida que son preparadas las estaquillas, se introducen en un balde o recipiente con agua para evitar su deshidratación (Fig. 45, 46 y 47).



Fig. 45. Preparación de estacas.



Fig. 46. Estacas preparadas.



◀ Fig. 47. Estacas en un balde con agua para evitar su deshidratación.

4.2.9. Tratamientos de las estacas con enraizadores

Para inducir el enraizamiento es necesario aplicar productos que contengan como ingrediente activo fitoreguladores del grupo de las auxinas (inductores del enraizamiento). La aplicación más efectiva y económica, según nuestra experiencia, fue la utilización del ácido indol butírico (AIB) a una concentración de 2.500 ppm (partes por millón) o mg (miligramos). No recomendamos el uso de productos comerciales preparados, principalmente por su forma de conservación y la respuesta diversa que presenta.

4.2.10. Forma de Preparación de AIB

La preparación de 1 litro de AIB para una concentración de 2.500 mg se realiza de la siguiente manera:

- Pesar en una balanza de precisión 2.500 mg de AIB (99,9 % de pureza).

- Medir en un recipiente aforado (graduado), 500 ml de alcohol metílico (96% de pureza – marca Caimán, San Aurelio o Guabirá).
- Medir en un recipiente aforado 500 ml de agua destilada.
- En un recipiente de 1.000 ml de capacidad, vaciar el AIB pesado y sobre éste añadir poco a poco el alcohol (medido anteriormente), en constante agitación hasta que se disuelva completamente.
- Una vez disuelto el AIB, adicionar el agua destilada (medido anteriormente) y seguir agitando para homogeneizarlo.
- Vaciar la preparación en un frasco de color oscuro con tapa hermética, caso contrario cubrirlo con papel aluminio o periódico para evitar que la luz degrade el AIB (Fig. 48).
- Almacenar la preparación refrigerada a una temperatura de 4 - 8°C.



Fig. 48. AIB preparado dentro de un frasco cubierto con papel aluminio.

Observaciones. En caso que se desee preparar 1/2 ó 1/4 litro de esta misma concentración, sólo debe utilizarse proporcionalmente las cantidades indicadas de todos los componentes (AIB, alcohol y agua destilada) (Cuadro 2).

4.2.11. Inducción al enraizamiento y siembra de estacas

- En un vaso de vidrio colocar aproximadamente 50 ml de la solución de AIB preparado, asegurándose que el vaso presente al menos 2 cm de altura de la solución, caso contrario cambiar a un vaso más angosto. En caso de no tener refrigerador cerca, guardar el AIB restante tapado y bajo sombra.
- Tomar un manojo de estacas ya preparadas del balde con agua, escurrir el excedente y realizar una inmersión de éstas por 10-12 segundos en el vaso con el AIB, asegurándose que todas estén en contacto con la solución de rápida absorción (Fig. 49 a y b).



Fig. 49 a. Estacas preparadas antes de ser introducidas en el AIB;
b. Estacas introducidas en el AIB.

- Retirar los esquejes del vaso, escurrir el excedente de AIB y establecerlos en la cama de enraizamiento previamente preparada, introduciéndolos a una profundidad igual al $\frac{1}{3}$ ó $\frac{1}{2}$ de su tamaño, a una distancia de 4 cm entre surcos y 4 cm entre esquejes. Los esquejes deben estar colocados en un ángulo de 45° . Una vez concluido debe soltarse el riego por nebulización (Fig. 50, 51, 52 y 53).



Fig. 50. Estaquillado sobre cama de arena.



Fig. 51. Estaquillado sobre cama de cascarilla de arroz carbonizado.



Fig. 52.
Estaquillado
listo en cama
de arena.



Fig. 53. Nebulizado de las estacas.

- Tener el cuidado de cambiar el AIB utilizado cuando esté sucio y no haya el olor característico a alcohol.
- Se recomienda preparar sólo la cantidad necesaria de AIB tomando en cuenta el número de esquejes a enraizar (Cuadro 2).
- El AIB que quedó en el vaso, luego de haber sido utilizado, debe colocarse en otro frasco o eliminarlo si está muy sucio. No mezclar nunca con el AIB limpio.

Cuadro 2. Preparación de una solución de 1.000, 500 y 250 ml de AIB a una concentración de 2.500 ppm y el N° de esquejes a enraizar con estas cantidades.

AIB (mg o ppm)	Agua destilada (ml)	Alcohol (ml)	Cantidad preparada (ml)	No. de esquejes a enraizar
2.500	500	500	1.000	8.000
1.250	250	250	500	4.000
625	125	125	250	2.000

mg=miligramos, ppm=partes por millón, ml=mililitros

4.2.12. Cuidados durante el enraizamiento

El enraizamiento de los esquejes se inicia después de 2 semanas con la formación de callos y la diferenciación de éstos en las primeras raíces. A partir de este instante comienza su desarrollo y aumento del volumen radicular.

El primer mes es el más crítico y de mayor cuidado. En este periodo no se debe descuidar la nebulización, que consiste sustancialmente en rociar las estaquillas con agua finamente pulverizada, lo que permite mantener sobre las hojas una película líquida con lo que se logra disminuir la temperatura de los tejidos de ésta. A la vez, se crea un aumento en la tensión de vapor, con lo que se consigue reducir casi a cero la transpiración y mantener las hojas en la estaquilla hasta que tenga lugar la emisión de raíces. Se recomienda que la humedad relativa del ambiente sea superior al 80%, para lo cual se aplica 15 segundos de nebulización con intervalos de 15 minutos entre nebulizaciones. (Fig. 54 a Fig. 59).



Fig. 54. Nebulización del invernadero.



Fig. 55. Estacas a los 15 días del estaquillado.



Fig. 56. Estaquillado en las camas de enraizamiento.



Fig. 57. Inicio de brotaciones del GxN.



Fig. 58. Estaquillado del GxN a los 2 meses.



Fig. 59. Estaquillado de Maruba a los 2 meses.



Fig. 60. Temperatura y humedad del invernadero.

La temperatura óptima en el invernadero está entre 20 a 32°C (Fig. 60), puesto que temperaturas superiores pueden provocar mayor transpiración y deshidratación en las plantas. Cuando las temperaturas son superiores en horas pico (11:30 a 14:30), se debe abrir ventanas y/o puertas para bajar la temperatura. Para reducir la intensidad lumínica y evitar quemaduras en las hojas, se recomienda el colocado de malla semisombra (50%) sobre los invernaderos (Pág. 12, inciso c).

El sustrato para el enraizamiento debe ser lo suficientemente poroso para permitir una buena aireación y alta capacidad de retención de agua, al mismo tiempo debe tener un buen drenaje para evitar la pudrición del material vegetal.

4.2.13. Endurecimiento

Una vez producido el enraizamiento del duraznero y manzano (dos a tres meses bajo un sistema de nebulización), las estacas deben ser sometidas a un periodo de endurecimiento antes de ser trasplantadas (Fig. 61 y 62). Esto consiste en bajar lentamente el porcentaje de humedad espaciando los riegos (o reducir el periodo de nebulización) y aumentando la ventilación (dos a cuatro semanas antes del trasplante). Se recomienda intervalos de riego de 1 hora por dos semanas y las últimas dos semanas de 2 horas.



Fig. 61. Observación del estado de las estacas enraizadas.



Fig. 62. Endurecimiento del portainjerto Maruba.

4.2.14. Transplante y cuidados

Una vez terminado el endurecimiento de las plantas, se puede regar las camas de enraizamiento a capacidad de campo para la extracción de las plántulas enraizadas y su trasplante. Las bolsas deben ser de polietileno, color negro (25 x 35 cm) y 100 micras de espesor, con funda y con 18 perforaciones en la mitad inferior para el escurrimiento del agua excedente. El sustrato debe ser rico en materia orgánica para lograr un buen desarrollo (1 parte de limo, 1 de tierra del lugar y 1 de materia orgánica) y además estar desinfectado (Fig. 63).



Fig. 63. Llenado de bolsas con sustrato.

Se extrae cuidadosamente el esqueje enraizado sin dañar las raíces adventicias para luego trasplantar en la bolsa sobre el sustrato previamente llenado (2/3 partes), colocando las raíces expandidas y luego adicionando el tercio restante del sustrato. Se debe presionar con fuerza para proporcionarle mayor contacto y evitar que queden bolsas de aire,

finalmente se riega a chorro continuo para reducir la deshidratación de las plantas (Fig. 64 a Fig. 69).



Fig. 64. Estaca enraizada de GxN.



Fig. 65. Estacas enraizadas de Maruba.



Fig. 66. Extracción de plantines de GxN.



Fig. 67. Transplante de Maruba: colocado a la bolsa con 2/3 partes de sustrato.



Fig. 68. Transplante de Maruba: relleno del sustrato.



Fig. 69 a. Transplante de GxN; b. Transplante de Maruba.

Cuadro 3. Actividades de la producción de los portainjertos de duraznero y manzano por la técnica del estaquillado.

Actividad	INVERNADERO													VIVERO			
	Tiempo de enraizamiento (semanas)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Estaquillado	■																
Nebulización	■	■	■	■	■	■	■	■									
Encallado																	
Diferenciación radicular																	
Desarrollo de raíces						■	■	■	■	■	■	■					
Endurecimiento									■	■	■	■					
Preparación de substratos								■									
Embolsado									■	■							
Trasplante											■	■	■	■			
Aclimatación													■	■	■	■	
Traslado y desarrollo de la planta ¹															■	■	■

1. Hasta alcanzar el diámetro mínimo para ser injertadas (7mm), que son aproximadamente de 6 meses después del trasplante.

Concluido el trasplante, se recomienda aclimatarlos en un ambiente con 50% de luz y después exponerlos paulatinamente a condiciones ambientales. Dependiendo del caso, el invernadero de enraizamiento sirve para la aclimatación y existe una muy buena respuesta a este ambiente (Fig. 70 y 71).



Fig. 70. Aclimatación de plantines de Maruba.



Fig. 71. Aclimatación de plantines de GxN. ►

4.2.15. Manejo del vivero pos-transplante

Una vez que las plantas han sido acondicionadas a su nuevo sustrato y aclimatadas, los cuidados van dirigidos principalmente a los riegos, según el requerimiento y las condiciones de clima. En esta fase, y contando el vivero con sistema de riego nebulizado debe solamente controlarse la abertura de las llaves de paso, y hacerlo al menos unas 2 a 3 veces por semana, cuanto más desarrolladas las plantas más frecuente. Esto debe realizarse de preferencia por las mañanas o al atardecer, mojando bien las hojas y el sustrato. En caso de que no se disponga de este riego, debe realizarse el riego individualmente, planta por planta, con ayuda de una manguera (Fig. 72 y 73).



Fig. 72. Plantines de GxN en pleno desarrollo en el vivero de crecimiento.



Fig. 73. Boquilla de irrigación. ►

En el vivero las enfermedades se deben prevenir, por lo tanto, los tratamientos deben ser efectuados con la mayor periodicidad posible, principalmente evitando la presencia de oidio y viruela. También se deben aplicar insecticidas y/o acaricidas preventivos para el control de pulgones y ácaros, respectivamente.

El desarrollo de los plantines en estas condiciones será por unos 6 meses, tiempo en el cual la mayoría de éstos alcanzarán un diámetro mínimo de 7 mm para realizar el injertado.

En las platabandas los plantines embolsados deben estar conformados entre 4 a 6 hileras a lo ancho, dependiendo de la facilidad para la realización de labores de mantenimiento y la práctica del injerto. A lo largo dependerá del número de plantas a multiplicar dentro un invernadero y la extensión de éste.

V. Injertado de los plantines

5.1. ¿Qué es un injerto?

Es la unión de una parte de una planta a otra de una misma especie. La unión se realiza entre el portainjerto o patrón y el injerto. El portainjerto es la planta que recibe el injerto. El injerto es el trozo de tallo o yema de una variedad copa que se fija al portainjerto para que desarrolle sobre éste y se constituya en una futura planta.

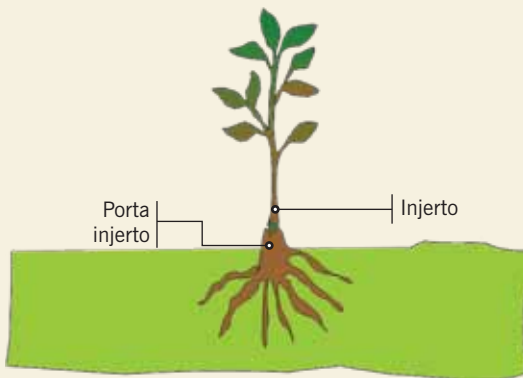


Fig. 74. Planta compuesta por el portainjerto y el injerto.

El injertado es también una forma de propagación asexual, pues la planta resultante -la parte de la copa- tiene los mismos genes que la planta madre, es decir, es un clon. De esta manera, las características buenas de las variedades de frutas se mantendrán en su descendencia si empleamos la propagación por injertos. Al mismo tiempo, permite también aprovechar las buenas características que tienen los portainjertos, correspondiendo éstos a la parte del anclaje (raíz) de la planta, respecto al vigor, comportamiento en determinados suelos y su resistencia/tolerancia a nematodos u otros agentes que afectan la sanidad de la planta (Fig. 74).

5.2. Épocas

El injertado puede ser realizado en tres épocas: al final de la primavera (noviembre-diciembre), con las variedades tempranas; a fines de verano e inicio de otoño y en invierno e inicio de primavera con las variedades tardías, disponiéndose de portainjertos, yemas y el conocimiento de su conservación, las épocas pueden ser muy diversas.

5.3. Tipos de injerto

5.3.1. Injerto de escudete o en T

En nuestro medio, este injerto es el más utilizado para plantines de duraznero, sea en portainjertos obtenidos de semilla (criollos) o portainjertos obtenidos de estacas, como "GxN". Se debe cuidar que la planta esté en crecimiento activo (savia con flujo), lo cual se verifica cuando la corteza del patrón se despeja fácilmente, haciendo un corte en "T" en el tallo y despejando uno de los lados. Si se hace este injerto a fines del verano, se llama a "ojo dormido", es decir que el escudete agarra pero la yema no brota hasta inicios de primavera del año que viene. Si se lo realiza a fines de la primavera o inicio de verano se llama ojo despierto, pues éste brotará.

Procedimiento

1. En el portainjerto con un diámetro mínimo de 7 mm se hace un corte en "T" a 10 cm del suelo y de 2 a 3 cm de largo, abriendo parcialmente la corteza para lo que se utiliza la lámina sin filo de la cuchilla (Fig. 75).
2. Seguidamente debe extraerse la yema de una varetta de la variedad deseada; para ello, se coge la rama, se pone el dedo encima de la yema y con el cuchillo se corta por debajo de la yema de arriba para abajo en forma horizontal, retirando la yema sin leño (Fig. 76).
3. En el corte en "T" realizado en el portainjerto, se despeja la corteza con el cuchillo y se inserta la yema hasta emparejar los dos cortes horizontales. Los cambiums respectivos se ponen en contacto en estos dos cortes horizontales. En caso existir un excedente de la yema colocada, ésta debe cortarse (Fig. 77).
4. Se amarra el injerto con cinta plástica transparente preparada, dejando la yema libre, inmediatamente se procede a la quiebra del portainjerto 10 cm arriba y en el lado opuesto del injerto, lo cual inducirá a la brotación (Fig. 78, 79 y 80).
5. A los 15 días, se corta el portainjerto donde fue quebrado, y debe hacerse la limpieza gradual de los rebrotes que son del portainjerto, hasta que alcance unos 15 cm, donde deberán ser retirados todos los brotes restantes.
6. Por último, si se ha prendido el injerto, se desata a los 30 días aproximadamente.



Fig. 75. Injerto en "T", corte del portainjerto.



◀ Fig. 76. Extracción de la yema.



▶ Fig. 77. Colocado de la yema.



◀ Fig. 78. Amarrado de la yema.



▶ Fig. 79. Planta injertada.



◀ Fig. 80. Desarrollo del injerto.

5.3.2. Injerto de astilla o injerto de chip budding

Este injerto se puede realizar al finalizar el pleno invierno, no necesita que la savia esté fluyendo y el diámetro del tallo puede ser al menos de 4 mm. También se puede injertar en las mismas épocas del injerto en "T". Es importante que la rama sea del año.

Procedimiento

1. En el pie o patrón, primero se hace un corte pequeño en forma de lengüeta y luego otro corte de arriba a abajo de unos 3 a 4 centímetros (Fig. 81 y 82).
2. En la vareta de extracción de la yema se corta un chip, el cual debe tener la misma forma del corte que se ha realizado en el patrón (Fig. 83 y 84).
3. A continuación se coloca el chip en el corte del patrón, ajustándolo perfectamente para que coincidan las capas (Fig. 85 y 86).
4. Seguidamente se ata el injerto con cinta plástica transparente, dejando que asome un trozo de la yema (Fig. 87).
5. Dependiendo de la fecha del injerto, se desata el plástico al observar que el injerto ha prendido. Si no se hace el corte del plástico el injerto puede morir.



Fig. 81. Injerto de astilla, corte del portainjerto.



◀ Fig. 82. Portainjerto con el corte listo.

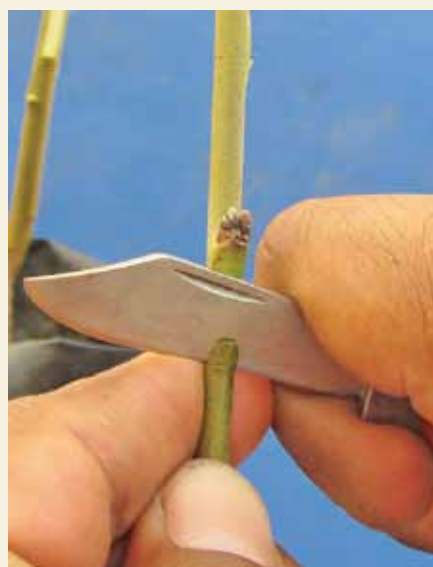
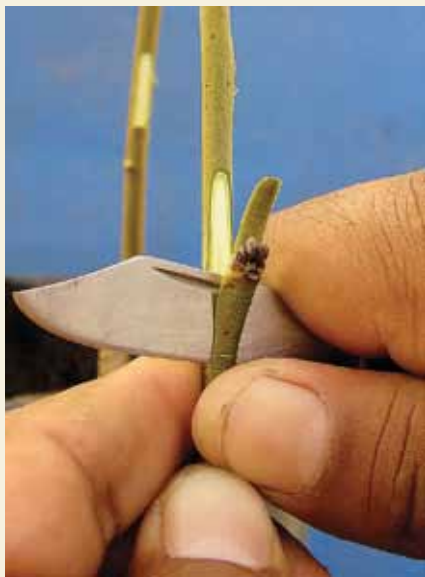


Fig. 83. Corte de la yema. ▶



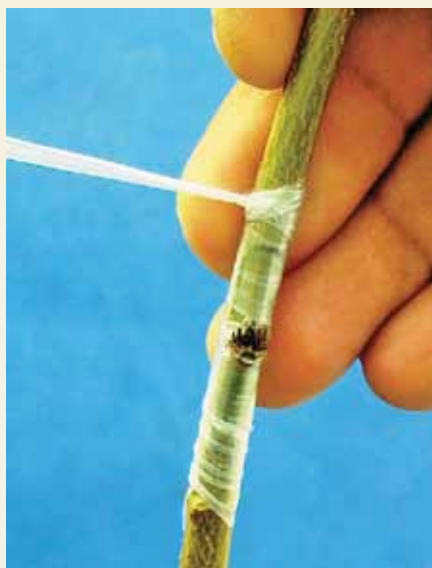
◀ Fig. 84. Extracción de la yema.



▶ Fig. 85. Colocación de la yema en el portainjerto.



◀ Fig. 86. Yema colocada.



▶ Fig. 87. Amarrado del injerto.

5.3.3. Injerto inglés

Este injerto se puede realizar al finalizar el invierno o hasta el mes de diciembre dependiendo de la conservación de las yemas. Consiste en introducir un pedazo de ramo (púa) de la variedad copa con 2 ó 3 yemas sobre el portainjerto. Este injerto es recomendado para el manzano.

Procedimiento

1. En el pie o patrón realizar un corte transversal a los 12 cm del suelo (decapitado).
2. Buscar entre los ramos de varetas para injertar un diámetro semejante al del portainjerto, pero no mayor, que tenga yemas.
3. Realizar un corte neto en bisel en la parte superior del portainjerto con un largo de 2 a 3 cm (Fig. 88 y 89).
4. De igual forma realizar un corte neto en la base de la púa (Fig. 90).
5. En ambos cortes (portainjerto y púa), a la mitad de éstos realizar un corte longitudinal recto de aproximadamente 1 cm (Fig. 91).
6. Colocar el corte de la púa sobre el portainjerto y forzar su ingreso, de modo que parte de las lengüetas de ambos se penetren (Fig. 92 y 93).
7. Cortar la púa con 2 ó 3 yemas (Fig. 94 y 95).
8. Seguidamente se realiza el amarre en la parte de la unión con plástico transparente.



◀ Fig. 88. Injerto inglés, decapitado del portainjerto.



▶ Fig. 89. Corte en bisel del portainjerto.



◀ Fig. 90. Corte en bisel de la vareta.



▶ Fig. 91. Corte longitudinal de la vareta.



◀ Fig. 92. Colocado de la vareta o púa en el portainjerto.



Fig. 93. Planta lista para su amarre. ▶



◀ Fig. 94. Planta amarrada y corte a dos yemas de la vareta.



Fig. 95. Planta injertada lista. ▶

En este tipo de injerto es importante que haya contacto del cambium entre el portainjerto y la púa. Si la púa tuviera un diámetro menor, debe ser llevada para uno de los lados para que éste tenga mejor contacto del cambium.

5.4. Cuidados de los plantines pos injertado

Una vez que haya prendido el injerto son necesarios algunos cuidados, independientemente del tipo de injerto realizado. Los chupones o rebrotes, que salen periódicamente en el portainjerto, deben ser extraídos cuantas veces sea necesario para que el injerto tenga suficiente vigor y crezca rápidamente. En el caso del injerto inglés, debe seleccionarse una sola brotación, la más vigorosa, con mejor dirección y eliminar el resto.

Los deshierbes periódicos, junto a los tratamientos preventivos de plagas y enfermedades, son labores de rutina, además de la fertilización que debe ser realizada con soluciones leves de fertilizante químicos (nitrógeno y potasio). Estas operaciones se realizan hasta que el injerto alcance un tamaño mínimo de 50 cm (Fig. 96).

Fig. 96. Desarrollo de los plantines en el vivero. ►



Glosario

Acido indol butírico (AIB): regulador de crecimiento que estimula la inducción de raíces adventicias en las estaquillas

ADN: Es el ácido desoxirribonucleico, un compuesto orgánico cuyas moléculas contienen las instrucciones genéticas que coordinan el desarrollo y funcionamiento de todos los seres vivos y algunos virus. Los segmentos de ADN que contienen la información genética son denominados genes.

Adventicia(o): todo órgano que nace fuera de su sitio. Ejemplo raíces en las estaquillas.

Almaciguera: la parte del terreno dedicada a la siembra de semillas.

Auxina: hormona natural sintetizada en los ápices de las plantas, yemas apicales y hojas jóvenes, que controla el desarrollo de las brotaciones, la producción de raíces y otros.

Cambium: capa delgada de tejido muy activo, entre la corteza y la madera, y que permite la unión entre el injerto y portainjerto.

Fenotipo: son las características observables o caracteres de un organismo como, por ejemplo: color de una flor, tipo de fruto, tamaño de una planta, etc. El fenotipo resulta de la expresión de los genes del organismo, de la influencia de los factores ambientales y de la posible interacción entre los dos.

Genotipo: son las informaciones hereditarias de un organismo contenidas en su genoma. No todos los organismos con un mismo genotipo actúan de la misma forma, porque la apariencia y el comportamiento, así como los demás componentes del fenotipo, son modificados por condiciones ambientales y de desarrollo.

Híbrido: descendiente de distintos progenitores, originado por cruzamientos naturales o artificiales.

Injertera: área donde se injertan los plantines.

Injerto: tallo o yema cortada de una planta que se une al portainjertos para dar lugar a una planta nueva.

Invernadero de enraizamiento: donde se enraízan las estacas o esquejes

Plantel: área donde se colocan las plantas injertadas.

Bibliografía

- Camellato, D., (2003) "Propagação" en: *Pêra produção*. Nakasu, B.H., Centellas, A.Q., Herter, F.G. (Eds.). Brasil. Embrapa Clima Temperado, pp. 37-45.
- Finardi, N.L., (2003). "Descripción y métodos de propagación de portainjertos" en: *Pêssego produção*. Raseira, M.do C.R.; Centellas, A.Q. (Eds.). Brasil. Embrapa Clima Temperado, pp.60-70.
- Grattapaglia, D. y M.A. Machado, (1997). "Micropropagación" en: *Curso Sistemas de Micropropagación de Plantas*. Torres, A.C. (Coor.). Brasilia D.F. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria. Centro Nacional de Pesquisa de Hortalizas. Ministerio de Agricultura y Abastecimiento. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur (PROCISUR), pp. 71-79.
- Gutiérrez, R.V., (2008). "Situación actual y perspectivas de la fruticultura en Bolivia" en: *Fruticultura de nuestra tierra*. Vol. 1. Septiembre-octubre 2008. Santa Cruz. Fundación para el Desarrollo Frutícola.
- Jiménes, G.E., (1999). "Propagación masiva de plantas in vitro" en: *Curso de Aplicaciones de la Biotecnología en la Mejora Genética de Plantas y en la Producción de Semillas*. Cuba. Instituto de Biotecnología de las Plantas, pp. 82.
- Ramos, G.C., (2004). "Frutales de clima templado" en: *Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería*. Barcelona. Grupo Océano, pp. 637-670.
- Rober, R., (1999). "Substratos hortícolas: posibilidades y límites de su composición y uso. Substrato para plantas la base de producción vegetal en plantas" en: *1º Encuentro Nacional sobre Substratos para Plantas (ENSub)*. Kampf, A.N. y Fermino M.H. (Eds.). Porto Alegre, pp. 123-138.
- Silva, L., (1999). "Características químicas y físicas de substratos a base de Turba y Cáscara de arroz Carbonizada" en: *1º Encuentro Nacional sobre Substratos para Plantas (ENSub)*. Kampf, A.N. y Fermino M.H. (Eds.). Porto Alegre, Brasil, pp. 235-240.
- Suita de Castro, L.A., (2008). *Produção de mudas a partir de plantas matrices. Produção de mudas de ameixeira cv. Stanley (Prunas Domestica) visando processo de certificação*. Sistemas de Producción, Vol. 13. LUGAR. EDITORIAL, pp. 78.
- Suita de Castro, L.A. y C.A. Silveira, (2002). *Avances en la producción y certificación de plantines de duraznero, nectarinero y ciruelo*. Informe agropecuario. EPAMIG. Vol. 23, N° 216, Belo Horizonte, pp. 57-63.

Anexos

Anexo 1. a) Croquis de construcción del vivero para la multiplicación de 10.000 plantines de duraznero o manzana, b) Croquis del invernadero de enraizamiento para 10.000 estacas.

a)

11 m		24 m		11 m		
3.60 m	Invernadero de enraizamiento	Vivero de desarrollo y venta Vivero de aclimatación		Depósito	Depósito	Depósito
	6.00 m			Patio preparación sustratos y desinfección		
Vivero aclimatación				Substrato desinfectado	Patio	Baño

b)

11 m	
0,70 m	Camas de enraizamiento
0,50 m	Calles
1,20 m	Camas de enraizamiento
0,50 m	Calles
0,70 m	Camas de enraizamiento
3,60 m	

Anexo 2. Materiales necesarios para la construcción del invernadero de enraizamiento.

No.	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.	COSTO UNIT.	TOTAL BS.
1	Bolillos de Eucalipto 4" x 4 mt	4	pza	30	120
2	Bolillos de Eucalipto 4" x 3 mt	4	pza	25	100
3	Listones de 2 x 2"	40	mt	5	200
4	Listones de 2 x 1"	64	mt	1,5	96
5	Agrofilm 200 micrones	40	mt	32	1280
6	Plástico negro 90 micrones	1	rollo	700	700
7	Malla sombra 50%	25	mt	18	450
8	Broches para malla	100	pza	1	100
9	Cordel para malla	200	gr.	0,1	20
10	Clavos de 3"	1	Kg	22	22
12	Clavos de 2"	2	Kg	22	44
13	Clavos de 1"	1	Kg	22	22
14	Alambre galvanizado No 10	5	Kg	14	70
15	Cemento	1	bolsa	63	63
16	Arena boleada	0,5	m3	70	35
17	Cascajo grava	4	m3	100	400
18	Alquitrán	3	Kg	10	30
19	Diesel	5	Lt	4	20
20	Tablas de 30 cm x 1"	90	mt	8	720
21	Goma 4 cm de ancho	100	mt	5	500
22	Pita plástica de 5 mm	60	mt	1	60
23	Accesorios	1	global	100	100
24	Mano de obra	1	global	1700	1700
Costo total					6852

