

Capítulo III

Producción de patrones de guayabo

El patrón es la base sobre la cual se establece un cultivar de interés; por lo tanto, garantizar su identidad genética y su calidad fitosanitaria y fisiológica es el punto de partida de un cultivo de guayabo exitoso. En este capítulo se detallan los principios fundamentales para la obtención de patrones, de acuerdo con las normas mínimas exigidas por el ICA (2015, 2020).

Identificación de árboles para la obtención de patrones de guayabo

Para garantizar la identidad genética del patrón, se deben emplear materiales con características de interés agronómico o comercial. Entre estas características se destacan aquellas de interés para patrones, como presentar compatibilidad con la copa; tener resistencia o altos niveles de tolerancia a enfermedades transmitidas desde el suelo a la planta, como los nematodos, y conferir reducción de altura a la copa (patrón enanizante) (Carrillo & Muñoz, 2014).

Obtención de semilla para su uso como patrón

La semilla botánica para la propagación sexual de portainjertos o patrones de guayabo se debe obtener a partir de frutas seleccionadas de huertos en producción, teniendo en cuenta las siguientes características:

- Selección de plantas madre: en la actualidad, Colombia no dispone de materiales de guayabo seleccionados con características deseadas para su uso como patrones, lo que representa una importante demanda de investigación para este sistema productivo (Duque & Guzmán, 2013). En la actualidad se utilizan plántulas (semilla sexual) de materiales criollos y del cultivar Palmira ICA 1 (guayaba pera) para la generación de portainjertos.

Sin embargo, ante las opciones presentes, es necesario reducir la variación genética de los patrones en campo. Por ello, es recomendable obtener la semilla de frutas procedentes de plantas propagadas asexualmente, en lotes del mismo cultivar, para disminuir la polinización cruzada con otros materiales no identificados, o aislar físicamente los árboles que se usarán como fuente de semillas para su uso como patrones.

- Poda para la producción de frutas: la poda se realiza mediante un corte a todas las ramas terciarias o las que soportan la producción, entre el quinto y el séptimo nudo de la rama, desde su base (punto de unión de la rama con ramas primarias o secundarias) (figura 12) (Carabalí et al., 2019; Rodríguez et al., 2017). Este tipo de poda estimula el desarrollo de nuevos brotes. Bajo las condiciones del Valle Geográfico del Río Cauca, a los 15 días inicia la brotación de yemas, y 160-180 días después de la poda, la fruta se encuentra en madurez fisiológica para la cosecha (Carrillo et al., 2012; Rodríguez et al., 2017).



Figura 12. Poda para la producción de frutas de guayabo. a. Corte entre el quinto y el séptimo nudo desde la base de la rama; b. Corte de todas las ramas del árbol.

- Cosecha de las frutas: se realiza manualmente cuando la fruta está en estado de madurez fisiológica, es decir, cuando cambia su color de verde a verde amarillento (160-180 días después de la poda) (figura 13). En este momento, la fruta es retirada de la planta, sin dejarla caer al suelo, para evitar la contaminación con patógenos del suelo. Se cosechan las frutas sanas (sin daños mecánicos ni presencia de plagas o enfermedades) y que tengan el tamaño, la forma y el color ideales según las características del cultivar cosechado.



Fotos: Claudia Lorena Narváez Marmolejo

Figura 13. Cosecha de la fruta para extracción de la semilla. a. Cosecha manual de frutas seleccionadas; b. Fruta de la variedad Palmira ICA 1 en estado de madurez para la cosecha.

- Preparación de las semillas: las frutas son transportadas al vivero, invernadero o área de germinación con el debido cuidado para evitar daños que puedan afectar las condiciones de estas o de las semillas. Para la extracción de las semillas, se corta la fruta transversalmente, separando la semilla de la pulpa que la recubre. Después, con una cuchara se retira la parte interna de la fruta (endocarpio) de la corteza (mesocarpio y epicarpio). Posteriormente, con abundante agua y con la ayuda de un tamiz, se separan las semillas del mucílago. Es importante no emplear el licuado a altas revoluciones para limpiar las semillas, pues el embrión se puede separar de los cotiledones, lo que produce pérdida de viabilidad. Las semillas se dejan secar a la sombra, durante 5 días, extendidas sobre papel absorbente (figura 14).



Foto: Eberto Rodríguez Henao

Figura 14. Semillas de guayabo después del secado.

- Desinfección de las semillas: cuando la semilla está a una humedad cercana al 13%, es tratada con un fungicida de amplio espectro (carboxín + captan en dosis de 10 g/100 g de semilla), para prevenir la aparición de hongos durante el almacenamiento. Las semillas de guayabo toleran un tiempo intermedio de conservación, de hasta 12 meses, bajo condiciones de humedad de la semilla del 5 % y a una temperatura de conservación de 7 ± 2 °C (Guevara Ohara et al., 2019).

Siembra y manejo en vivero

En el proceso de obtención de patrones de calidad, se deben seguir los siguientes pasos para la siembra en germinadores y el manejo agronómico:

- Preparación del sustrato: se recomienda usar como sustrato la mezcla de turba con arena lavada de río en proporciones iguales (1:1), pues facilita la retención de humedad y un drenaje adecuado, además de que provee las condiciones óptimas para la germinación y emergencia de las semillas.
- Desinfección del sustrato: la desinfección del sustrato se puede realizar con productos de síntesis química (mezcla de fungicida e insecticida de amplio espectro); con productos biológicos a base de hongos benéficos, como *Trichoderma* sp., o con termoterapia, sometiendo el sustrato a altas temperaturas (solarización, vapor de agua caliente u otro método) (figura 15). Cuando se utilizan productos

de síntesis química, se deben emplear aquellos de baja categoría toxicológica y en las concentraciones indicadas en la ficha técnica del producto, para no afectar la calidad fisiológica de las semillas.



Foto: Eberto Rodríguez Henao

Figura 15. Desinfección química manual del sustrato.

- **Uso de semilleros:** el uso de semilleros o bandejas germinadoras permite controlar las condiciones de emergencia y desarrollo de la plántula, seleccionar el material desde etapas tempranas de crecimiento y asegurar la calidad fisiológica y física de la planta. Se sugiere usar bandejas germinadoras de 38 alveolos, indicadas para la producción de patrones de guayabo, pues brindan un mayor espacio a las raíces (figura 16). El trasplante del patrón a la bolsa debe realizarse en el momento adecuado (25-30 días después de la emergencia de la planta) para evitar que la raíz pivotante o primaria llegue al final del alveolo y se dañe.
- **Siembra:** se depositan dos semillas por alveolo, con una separación de 2 cm, y se cubren con el sustrato entre 5 y 8 mm. Una semana después de la germinación, sin afectar las raíces, se extrae la planta de menor tamaño o desarrollo (figura 17). La siembra de dos semillas por alveolo garantiza la obtención de al menos una plántula por sitio de siembra.



Fotos: Eberto Rodríguez Hena y Julián Ossa Gutiérrez

Figura 16. Bandejas germinadoras. a. Bandeja con capacidad para 38 alveolos; b. Germinadores en vivero.



Fotos: Julián Ossa Gutiérrez

Figura 17. Siembra de la semilla. a. Siembra manual; b. Dos semillas por alveolo.

- Riego: el aporte de agua es muy importante para el desarrollo de la plántula de guayabo. El riego se debe realizar cada 2 días, bajo condiciones de temperatura

entre 24 y 32 °C y a una humedad relativa promedio del 77%; se debe realizar por microaspersión (con microaspersores de 40-50 L/h), por 15-20 minutos, tiempo que permite mantener la uniformidad en el humedecimiento de todos los alveolos.

- Control fitosanitario: durante esta etapa se debe prestar atención al ataque de insectos defoliadores, como grillos (*Gryllidae* sp.), la hormiga arriera (*Atta cephalotes*), el enrollador del guayabo (*Strepsicrates smithiana*), babosas (*Deroceras* sp. y *Limax* sp.), entre otros, que afectan el desarrollo de la plántula. El monitoreo del estado sanitario de las plántulas se debe realizar diariamente, para definir la necesidad de aplicar controles fitosanitarios, para lo cual se debe realizar la aplicación de los productos descritos en la tabla 4. En cuanto al control de arvenses, generalmente se realiza de manera manual, al menos cada 10 días (figura 18).



Foto: Julián Ossa Gutiérrez

Figura 18. Control manual de arvenses en germinador.

- Condiciones ambientales del germinador: la germinación de las semillas se debe realizar bajo cubierta, en condiciones de temperatura semicontroladas, a 24-25 °C, por lo cual se recomienda usar polisombra al 50 %, para que la planta inicie rápidamente su crecimiento. Bajo estas condiciones, el porcentaje de germinación es mayor al 95 %.

Trasplante de patrones de guayabo a bolsa

En primer lugar, se debe preparar el sustrato en el que se trasplantará el patrón, de acuerdo con las consideraciones mencionadas en el apartado “Importancia del sustrato en la propagación vegetal”, en el capítulo I de este manual. A continuación se describen los componentes y la preparación del sustrato utilizado para la propagación del material de siembra:

- Sustratos y mezcla: las fuentes utilizadas son arena de río (de granulometría media), materia orgánica compostada y cascarilla de arroz sin quemar. Se recomienda tratar previamente la cascarilla, pasándola por una mezcla de agua e inoculante biológico (*Trichoderma* sp. o alguna mezcla comercial de hongos entomopatógenos), para controlar posibles patógenos que ataquen las raíces. La elección de los componentes, sin embargo, está sujeta a la disponibilidad y los costos en la región en la que se encuentre el vivero (Hidalgo Loggiodice et al., 2009).

Antes de preparar la mezcla, se debe poner en remojo la cascarilla de arroz. Las fuentes (arena de río, materia orgánica compostada y cascarilla de arroz), que van en proporciones iguales (1:1:1), deben mezclarse hasta que el sustrato quede homogéneo. La mezcla puede realizarse manualmente, con palas (figura 19), o mecánicamente, con mezcladoras de tambor o maquinaria para grandes volúmenes.

- Desinfección del sustrato: el sustrato se debe desinfectar según sus componentes y su cantidad, con productos biológicos, químicos (figura 20) o mediante termoterapia (por solarización o aplicación de vapor de agua caliente), aunque esta toma más tiempo y depende de los volúmenes que se manejen. En cuanto a la aplicación de inoculantes biológicos al sustrato, se utiliza una mezcla de agua con *Trichoderma* sp. (1 g/L) o una mezcla comercial de hongos a base de *Paecilomyces*



Foto: Julián Ossa Gutiérrez

Figura 19. Mezcla manual del sustrato.

lilacinus, *Trichoderma* sp., *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (1 g/L), la cual se asperja sobre el sustrato, con una fumigadora de espalda, hasta humedecerlo completamente. La desinfección con productos químicos se realiza con clorpirifos (1,5 mL/L) mezclado con fosetyl + propamocarb (1 mL/L), y se aplica de la misma forma que los productos biológicos.

- Llenado de las bolsas: las bolsas o contenedores deben ser de polietileno calibre 3 con aditivo UV, de 43 cm de largo y 20 cm de ancho (bolsa vacía), incluyendo el fuelle, con al menos nueve perforaciones laterales en el tercio final. El llenado se realiza de forma manual, de tal forma que no queden espacios con aire, para impedir la acumulación de agua, pues esto ocasiona el deterioro de las raíces, y para garantizar que la bolsa permanezca estable y no se voltee fácilmente por falta de rigidez (figura 21).



Foto: Julián Ossa Gutiérrez

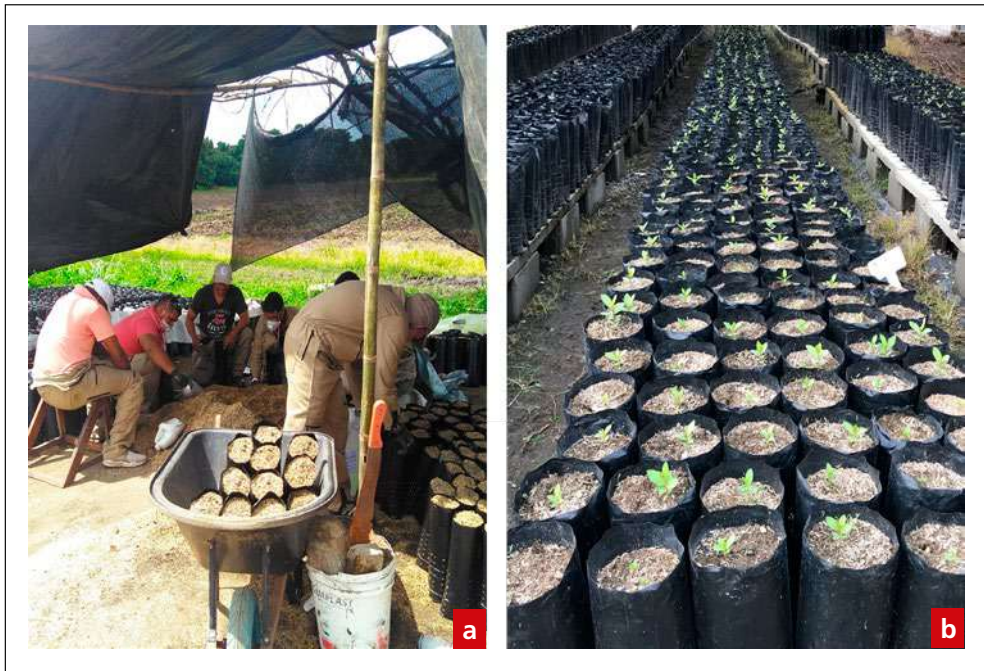
Figura 20. Desinfección del sustrato para control de plagas y enfermedades.

- Acarreo, alineación y ubicación de las bolsas: a medida que se llenan las bolsas, se deben trasladar al vivero para ubicarlas sobre estibas, preferiblemente separadas del suelo, a unos 15-20 cm (figura 22), para evitar el contacto con este y mejorar el drenaje. Esto previene la contaminación con patógenos que se encuentran de forma natural en el suelo, como los nematodos, debido al contacto directo o al encharcamiento en épocas de fuertes lluvias.



Fotos: Julián Ossa Gutiérrez

Figura 21. Llenado manual de las bolsas.



Fotos: Eberto Rodríguez Henao y Julián Ossa Gutiérrez

Figura 22. Preparación y distribución de las bolsas en el área de crecimiento. a. Área de llenado; b. Alineación y ubicación de las bolsas, aisladas del suelo.

- Alistamiento del área de crecimiento: las bolsas se ubican sobre una estructura elevada denominada *estiba*, *cama* o *mesón de soporte*, que corresponde al espacio delimitado para el crecimiento de las plantas una vez trasplantadas. Las estibas pueden ser de madera, plástico o concreto, con unas dimensiones de 0,8 m de ancho y entre 0,8 y 1,0 m de largo, y sirven para que las bolsas queden aisladas de la superficie del suelo. El ancho de la estiba permite ubicar seis hileras de bolsas, de forma que dos personas puedan manipular tres plantas de cada lado, para facilitar las actividades de manejo sobre estas (figura 23).
- Trasplante: el trasplante se realiza cuando la plántula del germinador tiene al menos tres hojas desarrolladas (35-40 días) y un adecuado desarrollo fisiológico y sanitario (libre de plagas y enfermedades visibles). Previamente, el sustrato de la bolsa se humedece con abundante agua para realizar el hoyado; este se realiza con un punzón de forma cónica para facilitar el trasplante (figura 24) y reducir la posibilidad de daño de las raíces por ruptura o posible mal posicionamiento del pilón, lo que puede generar deformación de las raíces en etapas posteriores de desarrollo, como la cola de marrano. El contenido de humedad óptimo del sustrato se obtiene cuando, al formar el cono, las paredes del sustrato permanecen firmes y este se sostiene.



Figura 23. Estibas de soporte. a. Estibas de concreto como soporte; b. Plantas de guayabo sobre las estibas.



Fotos: Eberto Rodríguez Henao

Figura 24. Hoyado en bolsa para trasplante del patrón. a. Punzón cónico; b. Hoyado; c. Hoyo para trasplante del patrón.

- Realizado el hoyo, la plántula se extrae de la bandeja germinadora empujando el pilón desde la parte inferior del alveolo y, al mismo tiempo, halando suavemente la plántula, para que las raíces salgan unidas con el pilón. El pilón se introduce en el hoyo con cuidado, para no romperlo y no dañar las raíces. Una vez insertada la plántula en el hoyo, se presionan las paredes laterales de la bolsa para asegurar que el cono se cierre completamente, lo que previene que queden espacios en los cuales se pueda presentar acumulación de agua y, de esta forma, pudrición de raíces (figura 25). El proceso de trasplante y el desarrollo de la plántula en el sustrato de la bolsa se realizan con plena exposición solar.



Fotos: Eberto Rodríguez Henao

Figura 25. Siembra de las plántulas. a. Extracción de la plántula; b. Plántula con pilón; c. Siembra.

- Riego: en esta etapa, el riego se realiza diariamente, para garantizar el desarrollo de la planta. El riego se hace por aspersión, con aspersores de 300 L/h y un diámetro de humedecimiento de 15-17 m, a una altura de 0,5-0,8 m (figura 26). Se debe aplicar un volumen de agua de 100 a 300 mL/planta/día, distribuido durante el día (2 veces), lo que garantiza una humedad constante al sustrato —sin saturación— en toda la longitud de la bolsa.

Para las condiciones del Valle Geográfico del Río Cauca, no se cuenta con una recomendación técnica sobre los niveles de humedad adecuados en el sustrato para el proceso de producción de plantas en vivero, por lo cual se debe supervisar diariamente el estado de humedad de éste (capacidad de campo) para controlar la cantidad de agua que se debe aplicar en cada riego.



Foto: Eberto Rodríguez Henao

Figura 26. Riego de los patrones por aspersión en área de crecimiento.

- Fertilización: se realiza de forma líquida, o en *drench*, directamente al sustrato, con la aplicación de una mezcla de P, N y elementos menores que promueven el desarrollo del patrón (figura 27); también se aplica un inoculante biológico para promover el crecimiento de las raíces. Las aplicaciones se hacen con una fumigadora de espalda dosificadora, con un volumen de aplicación de 100 mL/planta. Complementariamente, después del primer mes de realizado el trasplante, se hacen aplicaciones mensuales de fertilizante foliar más un coadyuvante, mediante una fumigadora estacionaria. En la tabla 4 se relacionan los productos y las dosis sugeridas para la fertilización de los patrones.



Fotos: Eberto Rodríguez Henao

Figura 27. Fertilización de los patrones. a. Fertilización en *drench* con bomba estacionaria; b. Aplicación manual; c. Aplicación con fumigadora de espalda dosificadora.

Tabla 4. Productos utilizados en la fertilización de patrones de guayabo

Producto	Dosis	Ingrediente activo	Frecuencia de aplicación
Mezcla de aminoácidos, ácidos orgánicos y nutrientes	5 (g/L)	N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, L-aminoácidos, ácidos húmicos y auxinas	Cada 2 semanas
Fertilizante mezclado 8-5-0-6	2 (g/L)	N, P ₂ O ₅ , CaO, MgO, B, Cu y Zn	
Inoculante biológico	5 (mL/L)	<i>Azotobacter</i> sp., <i>Azospirillum</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Bacillus</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp. y <i>Gliocladium</i> sp.	
Fertilización foliar (mL/L)			
Fertilizante foliar	4	Cu, Mn y Zn	
Coadyuvante	1,5	Alquil polieter alcohol etoxilado, alquil poliglicol y aril polietoxietanol	

Fuente: Elaboración propia

- Control fitosanitario: se realiza semanalmente para evitar la presencia de insectos defoliadores (grillos, hormigas y babosas, además del enrollador de hojas), mediante la aplicación de productos de síntesis química en rotación al follaje y alrededor de la bolsa (tabla 5 y figura 28). En caso de ataques de plagas y enfermedades, se aplican productos controladores enfocados en cada plaga o patógeno (ICA, 2021).

Para la prevención de nematodos, además de la desinfección del sustrato en el momento de su acondicionamiento, se realiza la aplicación de productos biológicos, como extractos vegetales de acción nematocida (nematocida de origen natural), 15-30 días después del trasplante, en dosis de 1 mL/L de agua y 100 mL de la disolución por planta. El tratamiento anterior se alterna con hongos entomopatógenos controladores de nematodos y plagas del suelo, como *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus* y *Beauveria bassiana*. Los hongos se deben inocular después de la desinfección del sustrato y se deben hacer sucesivas aplicaciones durante los primeros dos meses de desarrollo del patrón, para garantizar el establecimiento de los hongos en el sustrato (1 g/L de agua y 100 mL de la disolución por planta).

Tabla 5. Productos para el control fitosanitario de patrones de guayabo

Producto (ingrediente activo)	Dosis (mL/L)	Frecuencia	Observaciones
Clorpirifos	1,0	Semanal	Rotación semanal entre ambos productos
Imidacloprid	1,0		
Abamectina	1,0		—
Tiametoxam	1,5		
Coadyuvante (alquil polietil alcohol etoxilado, alquil poliglicol y aril polietoxietanol)	1,5		

Fuente: Elaboración propia

- Control de arvenses: semanalmente, de manera manual, en cada bolsa se controlan las malezas que se desarrollan en el sustrato (figura 29). Esta actividad se hace para evitar que las malezas compitan con la plántula de guayabo por nutrientes, agua o espacio.



Foto: Eberto Rodríguez Henao

Figura 28. Control fitosanitario de patrones mediante fumigadora de espalda de motor.



Foto: Eberto Rodríguez Henao

Figura 29. Control manual de arvenses en vivero de AGROSAVIA.

- Clasificación de los patrones: consiste en realizar una supervisión periódica, al menos cada dos semanas, para seleccionar y clasificar los patrones de acuerdo con los parámetros de altura de la planta y estado sanitario (sin aparentes daños de defoliadores, enrollador de la guayaba o presencia de hongos). Las plantas con poco vigor (bajo desarrollo) o con afectaciones sanitarias se descartan (figura 30). Esta estratificación permite realizar un manejo agronómico de las plantas según su estado de desarrollo y priorizar patrones sanos para la injertación.



Fotos: Eberro Rodríguez Henao

Figura 30. Clasificación de los patrones por altura y estado.

- Deschuponado: para promover el desarrollo del patrón, es necesario retirar las ramas o brotes laterales (*chupones*), que brotan del tallo principal, con los dedos o con tijeras de podar tipo vendimia (tijeras para cosecha de uva), dependiendo del tamaño y la dureza del chupón (figura 31). Esta actividad se hace cada tres semanas y se puede alternar con la clasificación de las plantas.



Foto: Julián Ossa Gutiérrez

Figura 31. Poda manual de chupones del patrón.

