



AVOCADOS  
FROM  
COLOMBIA

corpohass

**PROTOCOLO DE  
MATERIAL  
VEGETAL  
DE AGUACATE HASS  
EN COLOMBIA**



**PROTOCOLO DE  
MATERIAL  
VEGETAL  
DE AGUACATE HASS  
EN COLOMBIA**

---

Versión 1

Elaboración - 2024

Publicación - 2025

## DAVID SANTIAGO LYNCE-DUQUE

### es Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Caldas, Colombia.

Es un Consultor Internacional Experto en Huertos de Aguacate con más de 20 años de experiencia en investigación, desarrollo y manejo del cultivo. Ha trabajado como consultor de huertos, empacadoras y viveros de aguacate en Colombia, Panamá, Costa Rica, Perú, República Dominicana y Filipinas.

Su carrera profesional se ha centrado en el desarrollo de técnicas y procesos para el manejo adecuado del cultivo de aguacate en condiciones tropicales, abarcando desde las fases de vivero (convencional y clonal) hasta su periodo productivo. Cuenta con varias publicaciones sobre temas como el manejo de Asfixia Radical, Plagas del cultivo, Podas, Anillado y Manejo de Viveros.

Ha sido ponente en los congresos mundiales de aguacate (WAC) en Australia (2011) y Perú (2015), así como en el Congreso Latinoamericano del Aguacate en Costa Rica (2013). Es un invitado permanente a seminarios, capacitaciones y congresos de productores en Colombia y México. Actualmente, se desempeña como Gerente General y Director técnico de Ecofarms Colombia y del Vivero Avoplant, de los cuales es socio.

## MESA TÉCNICA CONEXIÓN HASS

Royal Hass SAS	Luz María Mejía
Avofruit S.A.S.	Jenifer Patiño
Investigador asociado	Gilma Urrego
Camposol Colombia S.A.S.	Sandra Espinoza
Camposol Colombia S.A.S.	Walter Asmat
Green Superfood S.A.S.	Cristian Zuleta
Westfalia Fruit Colombia S.A.S.	Wilmar Pérez
Westfalia Fruit Colombia S.A.S.	Francisco Lorza
Westfalia Fruit Colombia S.A.S.	Johan Velásquez
Hass Naranjo S.A.S.	Wilson Giraldo
Ecofarms Colombia S.A.S.	David Lynce

## EQUIPO CORPOHASS

Presidente Ejecutiva	Katheryn Mejía
Subdirectora de Sostenibilidad	Ana María Torres
Subdirectora de Proyectos	Betsy Bermúdez
Subdirectora Experiencia al afiliado	Francy Heredia
Subdirectora Administrativa y Financiera	Vanessa Zuluaga

# TABLA DE CONTENIDO

**INTRODUCCIÓN** 11

**CAPÍTULO 1** 13

**DESARROLLO DEL CULTIVO DE AGUACATE EN COLOMBIA** 14

- A. Siembra tradicional 15
- B. Siembra directa 16
- C. Trasplante de material de vivero 17

**CAPÍTULO 2** 19

**VIVEROS DE AGUACATE** 20

- A. Patrón 25
- B. Copa productiva 26
- C. Injerto 27
- D. Sistema radical 27

**CAPÍTULO 3** 29

**INFRAESTRUCTURA GENERAL DE UN VIVERO ÁRBOLES CONVENCIONALES** 30

- A. Zona de preparación de sustratos 31
- B. Zona de preparación de semillas 31
- C. Zona de producción de material 32
- D. Area de aclimatación y endurecimiento de material 35
- E. Area de descarte de material 36
- F. Zona de preparación de mezclas 36
- G. Huerto básico o de multiplicación rápida 37

## **CAPÍTULO 4** 38

---

<b>PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ÁRBOLES CONVENCIONALES DE AGUACATE</b>	<b>39</b>
A. Preparación de sustrato	40
B. Llenado de bolsas	44
C. Selección y preparación de semillas	48
D. Germinación de semillas	52
E. Siembra de semilla en bolsa de vivero	53
F. Desarrollo de patrones o portainjertos	54
G. Injertación	55
H. Entrega del material	58

## **CAPÍTULO 5** 61

---

<b>VARIETADES DE AGUACATE PARA COLOMBIA</b>	<b>62</b>
A. Aguacate Hass	63
B. Aguacate Lorena (papelillo)	64
C. Aguacate Santana	65
D. Aguacate Booth 8	66
E. Aguacate Choquette	66
F. Aguacate Fuerte	67
G. Aguacate Edranol	68
H. Aguacate Reed	68

## CAPÍTULO 6

69

### PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ÁRBOLES DE AGUACATE CLONAL

70

A. Metodo brokaw

72

B. Portainjertos clonales promisorios para Colombia

79

## CAPÍTULO 7

81

### ASFIXIA RADICAL Y SU EFECTO EN LA DURABILIDAD DE LOS CULTIVOS EN COLOMBIA

82

## CAPÍTULO 8

87

### METODOLOGÍA DE ESTABLECIMIENTO DE ÁRBOLES DE AGUACATE PARA COLOMBIA

88

A. Selección de sitio de siembra

89

B. Aclimatación de material

91

C. Preparación de sitio para siembra

92

D. Trasplante de árboles a sitio definitivo

93

## BIBLIOGRAFÍA

100

## PRÓLOGO

La mayor proporción de las pérdidas en establecimiento de árboles que se han presentado durante los últimos años de expansión del cultivo de aguacate en Colombia se podrían atribuir a múltiples factores. El primero, la mala elección de los terrenos; el segundo, la calidad de los materiales de siembra; el tercero, la falta de conocimiento sobre el manejo del cultivo bajo nuestras condiciones; el cuarto, las condiciones climáticas por los fenómenos de El Niño y La Niña; y, así nos podríamos quedar buscando razones para lo que encontramos hoy en día.

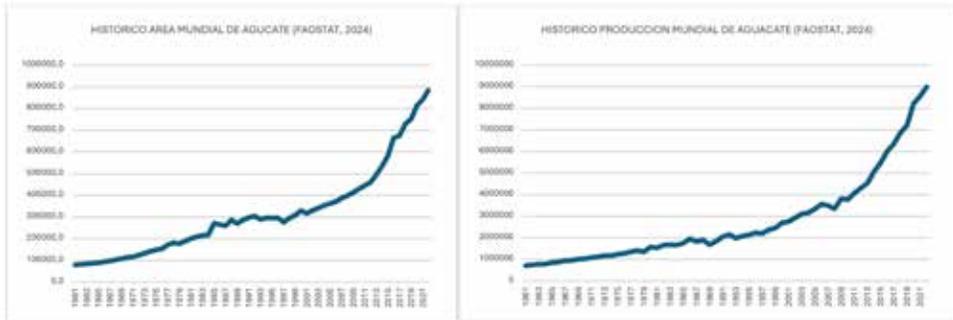
No es raro escuchar a quienes manejan las grandes inversiones o a productores de todos los tamaños, la queja constante del número de resiembras, las pérdidas económicas que esto les ha causado, la reducción en las proyecciones de ingreso y la desilusión general que tienen sobre el cultivo de aguacate Hass hoy, frente a lo que proyectaban al momento de ingresar en esta industria.

Si pensamos en las cifras de producción de árboles y el número de viveros que se crearon al iniciar el llamado 'boom' del aguacate, el número no es menor, como tampoco lo es el número de viveros cerrados y cultivos abandonados que encontramos actualmente.

Es allí donde las iniciativas desde los gremios como Corpohass que agrupa a productores, exportadores y transformadores de aguacate Hass de Colombia, toman importancia y deben ser apoyadas por todos para el crecimiento en conjunto. Este documento pretende ser parte de este aporte, llevando conocimientos y experiencias técnicas a los productores para seguir creciendo juntos. **¡Juntos somos más fuertes!**

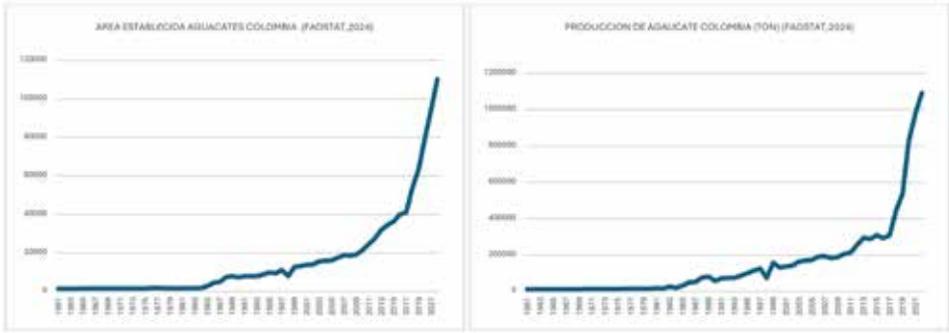
# INTRODUCCIÓN

El cultivo de aguacate (*Persea americana Mill*) en el mundo no para de crecer. Actualmente hay 72 países productores. Según información de la FAO (2024), la superficie dedicada al cultivo de aguacate ha experimentado un notable crecimiento, pasando de 78.690 hectáreas en 1961 a 884.035 hectáreas en 2024, mostrando periodos de alto crecimiento en los últimos 10 años. Así mismo, la producción mundial de aguacate y a la vez su consumo ha crecido, con casi 9 millones de toneladas a nivel mundial para 2022 (FAO, 2024). Esta producción se concentra principalmente en 13 países productores de los 72 mencionados, que abarcan el 83% del total.



México es el mayor productor mundial de aguacate con más de 2,5 millones de toneladas, seguido por Colombia (1,1 millones), Perú (800 mil toneladas) y República Dominicana (730 mil toneladas), los cuales agrupan casi el 60% de la producción mundial.

Colombia no ha sido ajeno a este crecimiento, con un área para el año 2022 de 110.083 hectáreas y una producción de 1.090.000 Toneladas para el mismo año (FAOSTAT, 2024). En los últimos 10 años, el país ha experimentado el mayor incremento en las áreas cultivadas, las cuales están entrando en su etapa productiva y han aportado al incremento de la producción nacional en los últimos 6 años. Del total de aguacate producido en el año 2022 se exportaron 97.936 toneladas, y para el año 2023 incremento a 114.535 toneladas (16% mas) y 138.316 toneladas (21% mas) (Corpohass 2025).



En 2023, el aguacate contribuyó con el 1.5% al PIB agrícola del país, siendo producido en 16 departamentos que abarcan 230 municipios. Este sector generó 61.063 empleos directos e indirectos (Corpohass, 2024). Así mismo, se ubica como el tercer renglón de exportaciones de fruta colombiana. El 84% de los productores de aguacate a nivel nacional son pequeños o muy pequeños, con menos de 10 hectáreas, y ocupan el 26,5% del área total cultivada. En contraste, el 16% restante, que posee más de 10 hectáreas, abarca el 73,5% del área total establecida (CORPOHASS, 2024).

Todos estos cultivos, tanto a nivel mundial como para el caso local, han sido establecidos en su mayoría bajo las condiciones tradicionales de producción, ya sea por siembra directa de semillas o trasplantes de árboles de vivero.

*Con la importancia resaltada de este cultivo en nuestro país y tras haber enfrentado épocas difíciles marcadas por fenómenos climáticos, desconocimiento del cultivo e inversiones desmedidas en algunos casos, entender la relevancia del Vivero —como el primer paso para el éxito del cultivo— es la base para que el crecimiento, que sin duda seguirá teniendo en Colombia y el mundo, se lleve por un mejor camino para el beneficio de todos los actores de esta cadena.*



# CAPÍTULO 1



## DESARROLLO DEL CULTIVO DE AGUACATE EN COLOMBIA

El aguacate, como cultivo en Colombia, tiene una historia muy reciente. Como centro de origen de esta especie, el país ha tenido una tradición en su consumo, gracias a la presencia de individuos, principalmente de la raza antillana, en la zona norte, específicamente en la Serranía del Perijá y los Montes de María; al centro, en el Tolima grande, se encuentran tanto razas antillanas como guatemaltecas, éstos con alturas medias de 400msnm; y en el sur, en los departamentos de Nariño y Cauca, predominan individuos de la razas guatemalteca y mexicana.

El uso del aguacate tuvo relación desde los pueblos precolombinos en su desarrollo y cultura, los cuales lo usaban no solo para satisfacer necesidades alimenticias, sino también por sus propiedades medicinales de sus frutos, hojas, semilla y corteza (Ríos Castaño, Corrales M., Daza G., & Aristizabal G., 2005).

En Colombia, el aguacate como cultivo empezó a desarrollarse de forma comercial a partir de las políticas de diversificación de la Federación Nacional de Cafeteros, en la década de 1980. Hasta entonces, el cultivo correspondía a huertos de árboles nativos que principalmente servían de sombrío para los cultivos de café. A través de estos programas, se promovió un proceso técnico de siembra con el uso de variedades seleccionadas y otras introducidas por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, que ofrecían ventajas en cuanto a calidad y producción, brindando a los interesados técnicas de cultivo y manejo agronómico (Ríos Castaño, Corrales M., Daza G., & Aristizabal G., 2005).

## A. SIEMBRA TRADICIONAL

Tradicionalmente el aguacate se sembraba, y en algunas zonas se sigue sembrando, de una forma rústica (poco técnica), basada en el saber ancestral, en donde al consumir un aguacate de buena calidad o de características deseables, se tiraba o se sembraba la semilla en los patios de las casas, dando lugar a árboles de gran porte y producción tardía. De estos árboles, en ocasiones se obtenían frutas de características similares a las que se había consumido, y aun siendo diferentes, eran una fuente de aguacates en las épocas de cosecha.



Cultivo de Aguacate asociado con Café

Árboles tradicionales de aguacate en traspatio

A estas tradiciones se sumaban mitos, como los cortes al tallo o clavar puntillas en Semana Santa, así como, en general, poco cuidado de los árboles, salvo la aplicación de los residuos de alimentos. Estos árboles aún se conservan y se pueden encontrar en fincas tradicionales, con edades que pueden oscilar los 80-90 años, y en ocasiones, mayor edad en zonas donde el aguacate se distribuyó de forma natural.

## B. SIEMBRA DIRECTA

Con esta manera tradicional de siembra, algunos agricultores optaban por siembras masivas con el sistema de siembra directa de la semilla, sin realizar movimientos de suelo y sin seleccionar variedades específicas, lo que se constituyó en la base genética de semillas de aguacates criollos o nativos, como los que se encuentran en municipios como Norcasia y Victoria en Caldas; Rovira, Anzoátegui y otros municipios del Tolima, Sonsón y Abejorral en Antioquia, y en la meseta de Popayán en el Cauca, entre otros lugares.

Esta siembra consistía en la puesta directa de la semilla en el sitio definitivo, haciendo muy poco o nulo movimiento de suelo, en donde se realizaba un pequeño agujero con la punta de un machete o un recatón para poner allí la semilla, sin hacer injertaciones posteriores y dejando los árboles a libre crecimiento.



Siembra directa aguacates criollos



Esta siembra consistía en la puesta directa de la semilla en el sitio definitivo, haciendo muy poco o nulo movimiento de suelo, en donde se realizaba un pequeño agujero con la punta de un machete o un recatón para poner allí la semilla, sin hacer injertaciones posteriores y dejando los árboles a libre crecimiento.

En este tipo de técnica de establecimiento, las raíces podían desarrollarse sin limitaciones y sin el efecto de la asfixia radical, al no haberse realizado movimiento de suelo, lo que se manifiesta en su longevidad comparada con los sistemas actuales. La limitación de esta técnica es la heterogeneidad del desarrollo de las plantas, pensado tanto en la producción de frutos de manera natural como en su injertación con variedades comerciales.

## C. TRASPLANTE DE MATERIAL DE VIVERO

El cultivo de aguacate en Colombia se desarrolló inicialmente pensando en satisfacer el consumo local, que, para los años 2000, requerían incluso de la importación de frutas de otros países (Venezuela y Ecuador), legal o ilegalmente. Nace, además, la necesidad de producir de manera masiva los árboles para estos nuevos huertos, y es allí donde los viveros empezaron a establecerse desde los años 90 y la transición a los 2010. La necesidad de árboles para huertos con vocación exportadora requería de un alto número de plantas, que no podía cubrirse solo con las siembras directas o los viveros que existían en ese momento.

Los viveros nacen de la necesidad de tener homogeneidad, plantas con buenas condiciones sanitarias y seguridad de origen y genética del material.



— Primeros viveros de aguacate tecnificado



— Primeros viveros de aguacate tecnificado

Con el material de vivero se requieren de condiciones y técnicas especiales, poco estudiadas o analizadas en general por los productores y técnicos, que permitan alcanzar un objetivo de longevidad, productividad y sanidad para los árboles en un periodo de producción largo.

Lamentablemente, las técnicas comúnmente utilizadas para el establecimiento de árboles de aguacate

de vivero son adaptaciones de las empleadas para la siembra de otras especies o de otros tipos de árboles de vivero, que no tienen las restricciones que presenta el aguacate en cuanto al tipo de raíz y su susceptibilidad a la asfixia radicular. A partir de esta condición se desencadenan un sinnúmero de problemas que surgen, tal vez, por desconocimiento de su efecto en el cultivo de aguacate.

— Primeros viveros de aguacate tecnificado





# CAPÍTULO 2

## VIVEROS DE AGUACATE

La palabra VIVERO proviene del latín vivarium (vivus: ser vivo - ~arium: lugar para algo), y se define, según el diccionario de la real academia de la lengua como “terreno a donde se trasplantan desde la almaciga los árboles pequeños, para transponerlos, después de criados, a su lugar definitivo”. Así, vivero, se denomina a los lugares que son destinados tanto para criar especies de animales vivos, como a lugares para la reproducción de plantas. También se define como el conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas en sus primeros estados de desarrollo, para seleccionarlás, producirlas y propagarlás de una manera controlada y masiva.



Vivero tecnificado de aguacate



Vivero tecnificado de aguacate

Bajo los cuidados de las plantas en un vivero, se previenen y controlan los efectos que puedan causar depredadores, enfermedades y otros factores, que, en condiciones de campo abierto, serían difíciles de controlar. Con estos cuidados y el manejo adecuado, se aumenta la probabilidad de sobrevivencia y adaptación al momento del trasplante en el sitio definitivo.

Históricamente, el aguacate fue propagado, en sus orígenes, durante miles de años por tribus nativas que apreciaban el fruto como una gran fuente de alimento mediante plantas autoenraizadas. El desarrollo de la producción comercial, sobre todo en California, se dio luego de la introducción de semillas de aguacates desde México en 1871, pero estos no presentaban las mismas características de los árboles progenitores y demoraban en dar sus primeras cosechas. Solo hasta 1911 se inició la propagación a partir de injertación de varetas de la variedad Fuerte, usando la misma tecnología de propagación de árboles de cítricos.

Inicialmente, estos árboles se sembraban en campo, se injertaban y, dos a tres años después de plantada las semillas, eran desenterrados del suelo y envueltas en una tela para poderlos transportar (Whitsell, et al., 1989, citado por (Ernst, 2013).



Variabilidad de semillas de aguacate en Colombia

Los viveros nacen, además, de la necesidad de realizar una producción masiva y, para el caso del aguacate, por la dificultad que se presenta en el establecimiento de cultivos con una baja densidad de siembra (200-400 árboles/hectárea). Más aún cuando el aguacate, por sí solo, al ser reproducido por semillas, presenta una alta variabilidad genética que no asegura la reproducción de la misma característica del árbol o de la fruta de la cual se extrae la semilla.

El aguacate, por su naturaleza, presenta una reproducción alógama (cruzada). Sumado a esto, el aguacate presenta un raro mecanismo floral denominado dicogamia protogínica sincronizada, en el cual la funcionalidad de los órganos celulares masculino y femenino se presenta en diferentes

tiempos. La flor de aguacate se abre dos veces cada una, siendo siempre su primera apertura como flor femenina, recibiendo el polen, y su segunda apertura como masculina, donando polen.

Esto ha llevado a clasificar las variedades de aguacate en dos grupos grandes: flor tipo A y flor tipo B. En las flores del tipo A, la primera apertura se da en horas de la mañana y la segunda en la tarde del siguiente día; en las de flor tipo B, la primera apertura ocurre en horas de la tarde y la segunda en la mañana del siguiente día (Shaffer, Wolstenholme, & Whiley, 2013).

Así, una flor de aguacate necesita polen de otro árbol donador para poder desarrollar frutos, lo que implica que cada fruto puede tener padres diferentes, siendo cada uno de estos distinto en su genética.



— Flor masculina

Por esta razón, en los viveros de aguacate, el uso de semillas lleva a una alta tasa de heterogeneidad de las plantas que se desarrollan. Aunque a simple vista pueden parecer iguales, cada una de las semillas tiene una carga genética diferente.

La alta demanda de material para el gran crecimiento de áreas de cultivo en Colombia dio lugar a una alta proliferación de viveros en todo el país. Si bien lograron suplir la demanda de estos árboles en el momento de alto crecimiento, la baja calidad de muchos de estos, llevó a grandes pérdidas y retrasos en el establecimiento de cultivos para los productores.

La metodología de producción de árboles fue evolucionando hasta llegar a la producción actual de árboles convencionales de vivero en bolsas o contenedores de 5-7 litros de capacidad, que incluye la producción de árboles convencionales y clonales, práctica que actualmente tienen mayor desarrollo a nivel mundial bajo las técnicas de modificación del método desarrollado por Frolich y Platt en 1972 (Ernst, 2013).



— Flor femenina



— Patrón guatemalteco por antillano



— Patrón antillano

## REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVIDAD DE VIVEROS EN COLOMBIA

Actualmente, se está implantando la producción de árboles de aguacate Clonales en algunos viveros de Colombia, los cuales requieren de una doble injertación. En esta técnica, primero se usa una semilla nodriza, normalmente de aguacate criollo, a la cual se le injerta un patrón conocido (sin influencia de nuevas mezclas genéticas), el cual se enraíza por procesos de etiolación, para luego ser injertado de nuevo en la copa productiva que requiere el productor, poniendo un limitador de desarrollo (anillo) que elimina la semilla nodriza, dando lugar así a árboles con un mismo patrón, de características conocidas en términos de resistencia y producción, que reaccionarán de manera similar en campo, eliminando por completo la variación genética que se presenta con el uso de semillas en el proceso de producción convencional. Esta técnica se explicará más adelante.

La producción de árboles de vivero en Colombia ha estado regulada desde hace varios años por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Si bien no existe una certificación de material de vivero, los viveros comerciales deben realizar un registro ante el ICA.

La Resolución 0780006 del 25 de noviembre de 2020 del ICA, es la norma que actualmente rige la producción de material de aguacate en vivero en Colombia. En ella se establecen los requisitos para el registro de viveros y huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación para la siembra en el país.

Esta reglamentación tiene como objetivo garantizar la calidad de los materiales de siembra que se comercializan en Colombia (ICA, 2020).

Los viveros que se acogen a esta reglamentación deben cumplir requisitos básicos como (ICA, 2020):

- El vivero debe contar con una infraestructura física, la cual debe ser apropiada para todos los procesos que allí se realicen. Debe tener un aislamiento de todo el perímetro, sitios de desinfección de los operarios, áreas de producción de los árboles donde estos queden aislados de contacto directo con el suelo y libres de encharcamientos y cubiertas para manejo de radiación solar. Igualmente, deben tener áreas de manejo de sustratos, áreas de manejo de residuos, sitios de almacenamiento de equipos, utensilios e insumos agrícolas, y tabletas o letreros de identificación de las áreas y las variedades, entre otras.

---

- Disponer de asistencia técnica permanente por un ingeniero agrónomo o agrónomo.

---

- Contar con un programa de manejo de plagas y enfermedades del vivero documentado, que exija el uso de los productos con registro ICA y el uso de elementos de protección.

---

- Garantizar la calidad genética, fisiológica y sanitaria de los materiales de propagación vegetal producidos y comercializados.

---

- Cumplir con los requisitos sanitarios para las especies de cultivo que tenga establecido el ICA.

---

- Todo el material vegetal debe estar identificado con letreros y marcación de todas las áreas del vivero.

---

- Deben enviar información semestral sobre la información de venta de material de propagación vegetal.

---

- El vivero debe llevar registros de la información de producción de semillas, varetas, yemas, patrones o plantas injertadas, según sea el caso, los cuales deben estar firmados por el ingeniero agrónomo.

---

- Debe tener información de las visitas técnicas realizadas por el asistente técnico.

---

- Mantener un archivo de las licencias fitosanitarias de movilización expedidas.

## PARTES DE UN ÁRBOL CONVENCIONAL DE VIVERO



### A. PATRÓN

El patrón es la parte de la planta encargada del soporte de toda la estructura del árbol. Otorga a la planta características deseables, como la capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales y resistencia o tolerancia a condiciones de suelo.

En Colombia, la mayor parte de patrones utilizados corresponde a aguacates criollos, nativos o locales,

los cuales son derivados de las mezclas de las razas antillanas, guatemaltecas y mexicanas. Dependiendo de la zona en la que se encuentran, se pueden presentar además mezclas naturales de estos materiales, que presentan diferentes características de cada una de las razas con la que se mezcla.

Es así como un aguacate antillano tiene características de hojas verdes, grandes y rugosas, y en sus brotes terminales y tallos tiernos colores verdes claros. Las guatemaltecas, por su parte, presentan coloraciones más rojizas en sus hojas terminales tiernas, así como una coloración rojiza en sus tallos tiernos. Las mexicanas tienen hojas de coloraciones rojizas, con tallos con pecas o manchas pequeñas en sus tallos tiernos y un marcado aroma anisado.



— Mezcla de razas en patronaje antillana



Mezcla de razas en patronaje  
guatemalteca x antillana



Mezcla de razas en patronaje  
mexicana x antillana

Al mezclarse estas características básicas pueden dar lugar a plantas con brotes de coloraciones verdes y con ciertas pecas o manchas en los tallos en su estado, así como plantas con tallos de color verde claro y brotes rojizos.

Al patrón también se le conoce como portainjerto, y actualmente existen diferentes tipos de portainjertos seleccionados que presentan características deseables para reducir el efecto negativo de factores adversos del suelo en diversas regiones de aguacate en el mundo. Se encuentran en evaluación y en el mercado diferentes portainjertos con resistencia a altos contenidos de sales, así como adaptación a suelos calcáreos, donde las deficiencias de elementos como hierro, manganeso y zinc son frecuentes (Salazar-García, 2002).

## B. COPA PRODUCTIVA

La copa productiva se refiere a la parte de la planta que será la encargada de la producción de los frutos. Está unida al patrón por un injerto, el cual permite el flujo de savia desde la parte aérea al sistema radicular y viceversa.

Esta copa expresa toda su capacidad productiva mediante la unión del injerto con el patrón. Las copas productivas se extraen de plantas en producción que han demostrado tener características deseables en términos de productividad, adaptación, resistencia a enfermedades y características deseables en cuanto a su posibilidad de comercialización.

## C. INJERTO

El injerto es la parte de la planta que une el patrón o portainjerto con la copa productiva. Existen diferentes técnicas de injertación, entre las que se incluyen injertación en yema, escudete, empalme o lengüeta, terminal o de hendidura, y otros tipos de injertos poco utilizados en Colombia, como el injerto en sándwich o el de hendidura inglesa.

Para la realización del injerto, se seleccionan patrones de muy buena calidad, los cuales normalmente deben ser cortados a 30 o 35 cm de altura, donde se introduce la yema de injertación, previamente seleccionada en campo.

Actualmente, el injerto de púa terminal es el método de propagación por injerto más utilizado en los viveros aguacateros en el mundo. Es un método rápido y de una tasa de prendimiento alta debido a que ambos lados de la yema o púa coinciden con el cambium del portainjerto cuando tienen un diámetro similar (Shaffer, Wolstenholme, & Whiley, 2013).

Para que el injerto pueda adherirse, se utilizan diferentes tipos de cintas que ejercen presión sobre la unión. Estas cintas pueden ser plásticas, parafinadas o de goma, y deben sostener el injerto hasta que la unión se haya completado, sin generar ahorcamientos.



*Injerto de copa comercial*

En el vivero, los injertos se cubren con bolsas plásticas para generar una cámara húmeda que permita mantenerse hidratada y brotar una vez se haya dado la unión con el portainjerto.

## D. SISTEMA RADICAL

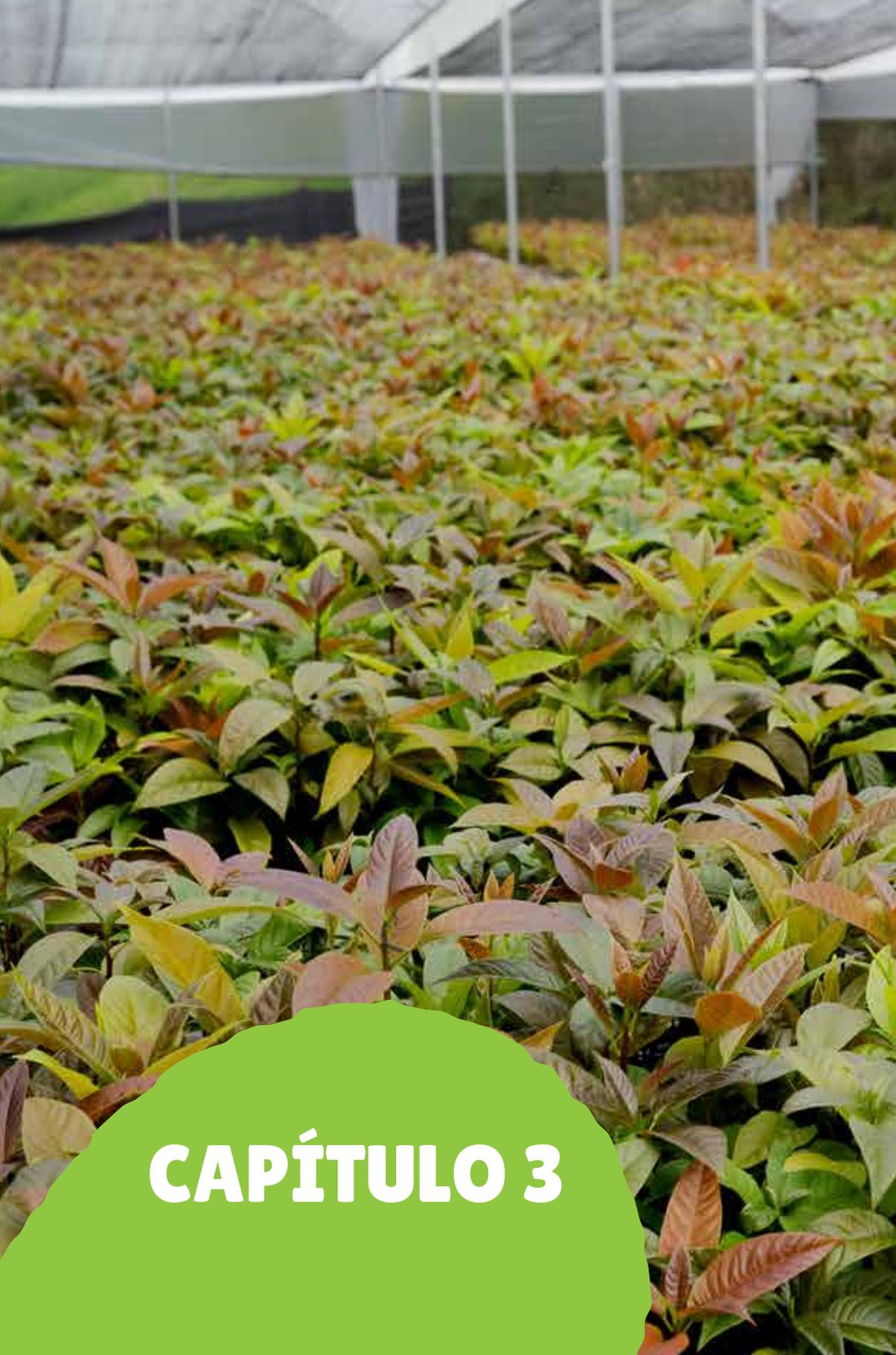
En los viveros el sistema radical es la “mitad escondida” de las plantas. Debido a esto, se debe prestar mucha atención en su desarrollo, con labores previas, selección de sustratos y semillas. En su formación para árboles convencionales, debe contar con una raíz pivotante principal y raíces laterales.

El sistema radical, y en general la raíz, es el órgano primordial para la nutrición de la planta. Tiene, además, otras funciones como el anclaje, la absorción y transporte de agua y nutrientes, así como la síntesis y almacenamiento de compuestos orgánicos (reguladores de crecimiento, carbohidratos, nutrimentos, etc.) (Salazar-García, 2002).

La raíz del aguacate carece de pelos radicales, los cuales son raíces unicelulares encargadas de la absorción de agua y nutrientes, presentes en otras especies frutales, como los cítricos. Se cree que esta

carencia se debe a la abundancia de humedad y materia orgánica en los bosques tropicales donde evolucionó, lo que explica la sensibilidad que presenta al exceso de humedad en el suelo (Salazar-García, 2002).

Dependiendo del tipo de suelo, la raíz principal puede tener profundidades variables de hasta 1 m de largo. Asimismo, las raíces laterales dependen para su desarrollo del tipo de suelo en el que se encuentran, concentrándose la mayor proporción de estas en los primeros 30 cm del suelo, con una distribución cónica hacia la punta de la raíz principal.



# CAPÍTULO 3

# INFRAESTRUCTURA GENERAL DE UN VIVERO ÁRBOLES CONVENCIONALES

Un vivero debe contar con zonas preestablecidas para todos los procesos de producción que se desarrollarán durante el crecimiento de las plantas, previo a su arribo al sitio definitivo. Debe contar con áreas para la preparación del sustrato, la preparación de la semilla, zonas de producción del material (donde se encuentran las camas de producción), áreas de preparación de mezclas, y señalización y marcación para llevar trazabilidad de todos los procesos que allí se realizan.



## A. ZONA DE PREPARACIÓN DE SUSTRATOS

La zona de preparación de sustratos se define como la parte central de los viveros de aguacate, ya que, de una adecuada mezcla, preparación y tratamiento, dependerá todo el proceso y el éxito en el trasplante final de los árboles de aguacate. Debe estar protegida con un techo para evitar que el sustrato preparado se moje o tenga humedad excesiva. No requiere tener una placa de piso en cemento, siempre y cuando se pueda asegurar la inocuidad del sustrato y se mantenga una limpieza permanente.



Zona de sustrato

Esta zona debe estar especialmente diseñada para el tratamiento del sustrato y el llenado de las bolsas de vivero. Independientemente de que la manipulación o el proceso de preparación del sustrato implique el uso de tierra o arena, que pueden “ensuciarla”, este debe ser un lugar limpio y bien organizado, ya que, a partir de este punto, se inicia todo el proceso de producción, la inocuidad y la trazabilidad del material.

Algunos viveros utilizan construcciones sencillas para esta zona. Lo importante es que mantenga un aislamiento de la zona de producción del material y que se mantenga en condiciones óptimas para evitar fuentes de contaminación del sustrato.



Zona de sustrato alternativa

## B. ZONA DE PREPARACION DE SEMILLAS

Dentro del vivero debe existir un área en la que se realice la preparación de la semilla para su siembra en las bolsas o pre-germinadores de las semillas, según sea el caso. Esta debe ser un área de fácil limpieza, debido a que, en el proceso de maduración de la fruta y por el aceite contenido en los frutos, es muy susceptible de acumular suciedad e incluso de mancharse con la oxidación producida por la pulpa y las semillas del aguacate.



Zona preparación de semillas

Esta área debe contar con tanques para el lavado de las semillas al ser retiradas de la fruta, ya que estas acumulan porciones de pulpa que pueden causar pudriciones al sembrarse en las bolsas, por descomposición del material orgánico.

Debe contar con una fuente de agua limpia permanente, tanto para el lavado de las semillas como para la limpieza de la misma zona. Asimismo, debe tener un área retirada donde se dispongan finalmente los residuos de pulpa de fruta (fosa), con el fin de evitar que los problemas sanitarios derivados de su descomposición afecten el desarrollo de las plantas en el vivero.

## C. ZONA DE PRODUCCIÓN DE MATERIAL

En esta zona se realiza todo el proceso de producción del material de vivero desde su siembra en las bolsas, desarrollo de los patrones convencionales, injertación y desarrollo del injerto.

## CAMAS DE PRODUCCIÓN

Cada bolsa que contenga árboles de aguacate en el vivero debe estar ubicada sobre una cama levantada del suelo, que en ningún caso podrá estar en contacto directo con el mismo, mínimo a 15 - 20 cm. Las camas reducen el efecto de salpicaduras por lluvias o riegos, permiten el flujo de aire entre las plantas y la evacuación del exceso de agua (Lynce-Duque D. S., Vivero: Primer paso para el éxito del cultivo del aguacate, 2013).

Las camas pueden ser fabricadas en diversos materiales, como guadua, madera, madera plástica, pallets, cajas plásticas o cemento, con una superficie para soportar los árboles, de malla, esterilla o latas de guadua, plástico, madera o cualquier material con alguna separación que permita el drenaje y la aireación adecuados.



Camas de guadua sobre ladrillos



— Camas de cemento sobre ladrillo



— Camas de guadua sobre cajas plásticas



— Camas de guadua

Dependiendo del tamaño de las bolsas, en las camas se pueden acomodar hileras de 4 a 6 plantas. No es recomendable hacer hileras de mayor número de árboles debido al sombreado que se genera en la parte central de la cama, dando lugar a plantas delgadas o de muy bajo desarrollo, que no darán lugar a plantas de buen vigor en el desarrollo del patrón, en la injertación y el desarrollo de la copa.

## CUBIERTAS CON POLISOMBRA

Debido a las condiciones climáticas de Colombia, caracterizadas por épocas de verano con alta radiación solar e inviernos con exceso de precipitaciones, vendavales y posible caída de granizo, los viveros de aguacate deben contar con cubiertas plásticas o mallas tipo zaram o polisombra, que protejan las plantas durante su desarrollo.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que:

- Un sombrío excesivo provoca elongación de las plantas, dejando los tallos delgados.
- La falta de sombrío puede producir quemazón de tejidos y provocar pérdidas en el prendimiento de injertos por bloqueo de la transpiración.
- Los techos plásticos ayudan a mejorar el manejo de humedad en las plantas e inducen a malformaciones radiculares

por exceso de crecimiento de raíz pivotante (“cola de marrano”) y en las laterales, causando giros en la bolsa por la búsqueda de agua en momentos de déficit.

Así, se recomienda para los viveros de aguacate una cobertura con tela sombra del 25% - 35% de penumbra máximo, para lograr que las plantas se desarrollen adecuadamente.



— Cubierta de sombra al 25%

Cada zona necesita una penumbra diferente y, como norma general, se debe buscar que las plántulas se desarrollen normalmente, sin alargar excesivamente los tejidos, sino buscando que estos maduren a tiempo y adquieran el grosor y el sazón necesario para su injertación. En algunos casos, los viveros pueden tomar la decisión técnica de no usarla, pero lo importante es que se aseguren de que las plantas se desarrollan normalmente (Lynce-Duque D. S., Vivero: Primer paso para el éxito del cultivo del aguacate, 2013).

## TRAZABILIDAD

Los viveros deben contar con una trazabilidad completa de todos los procesos, las procedencias de los materiales de semillas y copas, las fechas de siembra e injertación, además de un adecuado protocolo de manejo fitosanitario.

Pese a que en Colombia no existe una certificación para viveros, estos deben garantizar al productor una completa trazabilidad, permitiendo dar fe de todos los manejos aplicados al material, identificar posibles problemas y brindar la mejor solución después de su entrega.

La trazabilidad debe llevarse, como mínimo, cama a cama de producción en el vivero, utilizando fichas en las que se indique:

- Procedencia de patrones
- Fecha y semana de siembra de patrones
- Procedencia de Yemas de injertación
- Variedad injertada e injertador
- Fecha y semana de injertación



— Placas de identificación



Las áreas de producción, asimismo, deben estar delimitadas y marcadas con fichas de identificación que den aviso del número de camas por módulo, fechas de aplicación y periodos de reentrada, así como las medidas de seguridad que deben llevarse a cabo para operarios y visitantes.

## D. AREA DE ACLIMATACIÓN Y ENDURECIMIENTO DE MATERIAL

El área de aclimatación y endurecimiento puede estar dentro de la misma área, dentro de los módulos de producción. En estas áreas, o en camas designadas para tal fin, los árboles se acomodan con un poco más de espacio luego del prendimiento de la injertación, para promover un mejor desarrollo foliar, una coloración con inicio de fotosíntesis activa y una mejor absorción de agua de lluvia o riego.



— Cama de guadua sobre cajas plásticas

En esta, además, se hará la entrega final de los árboles al productor, requiriendo estar cerca de las carreteras internas o caminos del vivero para facilidad de manejo.

## E. AREA DE DESCARTE DE MATERIAL

Todo vivero debe contar con un espacio destinado al descarte del material, que, por problemas en todo su proceso de desarrollo, no cumpla con las características deseadas para su siembra definitiva en campo.



— Áreas de descarte de material



El material descartado por problemas fitosanitarios graves debe ser retirado de las instalaciones del vivero. Por otro lado, aquel que presente inconvenientes, como falta de germinación o prendimiento de injertos, entre otros, podrá ser descartado, permitiendo la reutilización de su sustrato tras un adecuado proceso de desinfección.

## F. ZONA DE PREPARACIÓN DE MEZCLAS

El vivero debe contar con una zona de preparación de mezclas para las aplicaciones fitosanitarias que se deben realizar para la prevención de plagas y enfermedades. Esta zona debe tener todas las condiciones para el manejo de las buenas prácticas agrícolas. Por ello, debe contar con aislamiento para evitar derrames, canecas para mezcla de los productos, suministro de agua limpia para las mezclas, un mesón para la ubicación de los productos fitosanitarios, así como una ducha y un lavajos de emergencia.



— Zona preparación de mezclas

Esta zona debe estar aislada del tránsito de personal y visitantes que puedan estar expuestos a los productos usados. Igualmente, el personal que manipule los productos o realice las aplicaciones debe usar los elementos de protección.

## G. HUERTO BÁSICO O DE MULTIPLICACIÓN RÁPIDA

Un huerto básico o de Multiplicación Rápida se define como un grupo de plantas madres con madurez fisiológica, con estabilización de producción y plenamente identificadas con calidad genética y sanitaria, de las cuales se obtendrá semilla, varetas y/o yemas para injertación (ICA, 2020).

Según esta reglamentación, los huertos básicos también deben estar registrados ante el ICA y llevar registros de producción y manejo. Asimismo, debe contar con asistencia técnica y cumplir con la resolución 0780006 de 2020.

Estos huertos se establecen en las instalaciones de los viveros o en lugares alternos, en los cuales se puede tener un control de las plantas para dedicarlas exclusivamente a la producción de yemas. Normalmente, se establecen en densidades de plantación altas (2,5m x 2,5m o 3m x 3m), buscando manejar plantas de porte bajo para facilidad de manejo.

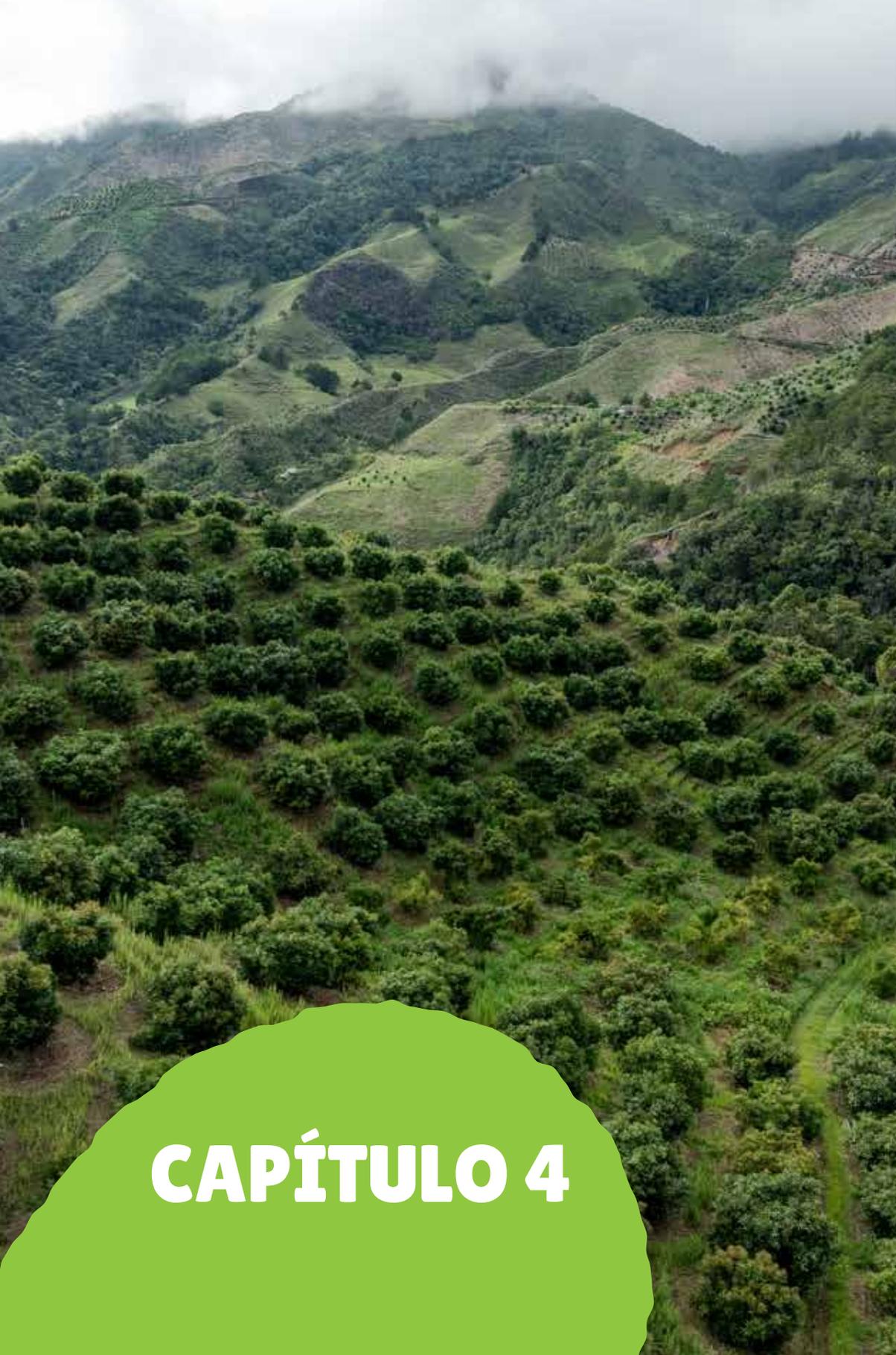


Huertos de multiplicación rápida en viveros



El manejo de podas en estos huertos es de vital importancia para mantener la capacidad productiva de yemas.

Además, deben contar con programas de fertilización diferenciados que favorezcan la producción de una mayor cantidad de brotes vegetativos.



# CAPÍTULO 4

# PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ÁRBOLES CONVENCIONALES DE AGUACATE

## TIEMPO DE DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE AGUACATE EN VIVERO CLIMA CÁLIDO.

Dependiendo de las condiciones y factores ambientales del lugar donde se establecen los viveros, sobre todo la altura sobre el nivel del mar (msnm), los tiempos de producción del material pueden variar. Así, en alturas por debajo de los 1.000 msnm, el tiempo de producción es de 25-30 semanas; entre 1.000-1.500 msnm, de 35-40 semanas, y para alturas superiores, de 45-55 semanas desde la siembra de la semilla en la bolsa o en germinador.

## TIEMPO DE DESARROLLO PLANTAS VIVERO CONVENCIONAL (SEMANAS)

ESTADO	Zonas Bajas (<1.000MSNM)	Zonas Medias (1.000-1.500MSNM)	Zonas Altas (>1500MSNM)
SIEMBRA A GERMINACIÓN	3-4	4-6	6-8
CRECIMIENTO DE PATRÓN	10-12	14-16	18-20
INJERTACIÓN A PRENDIMIENTO	3-4	4-5	5-6
PRENDIMIENTO A PLANTA PARA ENTREGA	8-10	12-14	16-20
TIEMPO TOTAL	24-30	34-41	45-54

## A. PREPARACIÓN DE SUSTRATO

Un sustrato se define como cualquier material usado que sirva como soporte para el cultivo de plantas o para el proceso de germinación de las semillas (Ramirez G. & Al., 2008). También se define como todo material sólido, distinto al suelo natural, de síntesis o residual, de origen mineral u orgánico, que, desempeñando un papel de soporte para la planta, al colocarse en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite que el sistema radicular de las plantas se ancle, interviniendo o no con la nutrición mineral de la planta (Riquelme S. & Carrasco J., 2006).

Los sustratos se componen de diferentes materiales, normalmente suelo, arena, turba, aserrín, perlita, cascarilla de arroz, fibra de coco, entre otros, con los que se pretende dar un sustento ideal para el adecuado

desarrollo del sistema radicular de las plantas en sus primeras etapas de desarrollo.

El sustrato no debe tener ninguna actividad biológica, ni debe contener materias orgánicas crudas, ya que esto es perjudicial para el desarrollo de las semillas y el desarrollo de las plantas, por la competencia que pueden tener microorganismos o procesos en la oxigenación y los nutrientes, lo que también puede llevar a procesos de degradación que dañan la porosidad, la granulometría y la densidad aparente de este, con disminución de la aireación, llegando a producir asfixia radical (Riquelme S. & Carrasco J., 2006).

El sustrato ideal para plantas de aguacate debe ser lo más parecido a las condiciones de suelo que tendrá en su trasplante definitivo. Esto, debido a que su sistema radicular carece de pelos absorbentes, presentando

una alta susceptibilidad a desarrollar asfixia radical. Por ello, al realizar la mezcla del sustrato, se debe tener extrema atención a la textura final del mismo para lograr este objetivo. Por requerimiento de la planta, el suelo en donde se establecerá normalmente corresponde a condiciones de textura franco-arenosas, con una mezcla equilibrada de arenas, entre el 60-70%, limos entre el 20-30%, y arcillas, entre 10-20%.

Teniendo en cuenta esto, los sustratos para producción de árboles convencionales por semilla de vivero se componen de tierra, arena y un material orgánico, como cascarilla de arroz o de café.

La tierra que se usa para la mezcla de sustratos debe ser de descapote (tierra negra), que se obtiene de movimientos de tierra del propio vivero o, idealmente, de fuentes externas, resultantes de movimientos de tierra para construcciones o nivelaciones de terrenos. Esta debe estar libre de malezas o material orgánico que pueda tener un proceso de descomposición activo, para no afectar la germinación de las semillas.

El tipo de arena a usar para la mezcla de sustratos debe proceder de una fuente de río. Este material debe ser de fondo de río y no de playa o borde. de limos y material orgánico en proceso de descomposición, lo que puede ser perjudicial para el desarrollo de las raíces durante el proceso de germinación.

La cascarilla de café o de arroz es un elemento fundamental para el sustrato de vivero, pues ambos son materiales secos, que no se descomponen rápidamente y que permiten que, al final del proceso de vivero, quede un espacio poroso por su descomposición, que permite el buen drenaje y se adapta muy bien a las condiciones de suelo final. En el caso de la cascarilla de café, se debe tener muy en cuenta que tenga una baja proporción de partículas delgadas (polvo), ya que este tipo tiende a apelmazarse, dificultando el drenaje del sustrato en la bolsa. Para la cascarilla de arroz, se debe tener cuidado, pues puede presentar residuos de herbicidas (normalmente selectivos a hojas anchas) usados en su producción, que pueden afectar la germinación de las semillas.

Es importante que se usen este tipo de elementos y no materias orgánicas que puedan tener actividad biológica por su descomposición y degradación rápida (Riquelme S. & Carrasco J., 2006).

## HOMOGENIZACIÓN DEL SUSTRATO

Todo el material de arena y tierra a usar para los sustratos del vivero, debe ser homogenizado en el tamaño de sus partículas, buscando que las raíces dentro de la bolsa no tengan obstáculos para su desarrollo.



*Materiales encontrados en sustratos de vivero*



*Raíces de plantas con obstrucción en el sustrato*

Los viveros deben contar con un procedimiento y elementos adecuados para asegurar el retiro de las partículas gruesas que puedan afectar el desarrollo de la raíz del aguacate. Por ello, tanto para la arena como para la tierra, se deben usar mallas que logren esto. Así, para la arena se debe usar una malla de 1,2cm x 1cm, y para la tierra una malla de 2cm x 1cm, que impidan, en ambos casos, el paso de materiales como terrones gruesos, raíces, tallos de plantas, piedras, palos o cualquier otro tipo de material más grueso que el tamaño de los agujeros.

## PROPORCIONES DEL SUSTRATO

El sustrato de las bolsas debe permitir el adecuado soporte y desarrollo inicial de la raíz del árbol, tanto su pivotante como las raíces laterales. Debe mantenerse estable durante todo el proceso de vivero, sin perder más del 5% del volumen inicial. Además de esto, debe permitir un buen drenaje del agua aplicada en el riego (Lynce-Duque D. S., Vivero: Primer paso para el éxito del cultivo del aguacate, 2013).

Los sustratos deben contener una alta porción de tierra negra, entre un 60-70%, arena lavada, entre un 20-30%, y una fuente orgánica, entre 10-20%, mezclados y bien desinfectados (Lynce-Duque D. S., Vivero: Primer paso para el éxito del cultivo del aguacate, 2013).



*Mezcla sustrato*



Homogenización sustrato

Estas proporciones deben ser mezcladas y homogeneizadas para dar lugar al sustrato esperado. El sustrato debe presentar un grado de humedad medio (capacidad de campo), sin exagerar en humedad, para proceder a su tratamiento físico o químico, según sea el caso.

## DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO

La inocuidad del sustrato está determinada por la ausencia o baja prevalencia de agentes contaminantes que pudieran llegar al sitio definitivo. Esto se logra a través de métodos físicos o químicos, que se pueden realizar previos al llenado de las bolsas, o de preferencia, previo a esto.

## SOLARIZACIÓN

Esta técnica consiste en cubrir el sustrato o suelo a usar para la siembra de las semillas con un plástico transparente delgado durante el verano, buscando incrementar la temperatura para destruir la mayoría

de fitopatógenos, insectos y malezas que en éste se presentan (Ramírez G. & Al., 2008). Esta técnica ha sido usada por muchos años y ha demostrado ser efectiva. Sin embargo, requiere de altas temperaturas para lograr el objetivo de control, las cuales se logran en temporadas de verano y son dependientes de la altura sobre el nivel del mar para llegar a las temperaturas requeridas.

Según Mastalerz (1977), citado por (Riquelme S. & Carrasco J., 2006), a 70 °C se controlan la mayoría de insectos, nematodos, hongos y bacterias que contiene el suelo. Para la mayoría de malezas se requiere un poco más de 80 °C, y, para controlar todas las malezas y virus resistentes al calor, se requiere llegar al menos a 100 °C.

## VAPORIZACIÓN PASIVA Y ACTIVA

Otro método de desinfección de sustrato es la aplicación de vapor a alta temperatura, de 30 °C a 100 °C. Con este método se busca que el agua llevada a vapor penetre el sustrato pasiva (penetración lenta en el sustrato) o activamente (forzando su paso con aire), con tiempos entre 30-50 minutos de penetración (Riquelme S. & Carrasco J., 2006).

Este método es utilizado actualmente por algunos viveros en Colombia y requiere especial atención en su manejo, así como el uso de equipos especializados. Superar los tiempos de tratamiento o las temperaturas recomendadas puede provocar la

pérdida de nutrientes minerales y una esterilización extrema del suelo, lo que puede causar una rápida proliferación de microorganismos perjudiciales si no se practican inoculaciones de agentes benéficos como Trichoderma, micorrizas y otros.

El sustrato vaporizado debe mantenerse resguardado hasta su posterior uso en el llenado de bolsas para evitar su contaminación. Es recomendable dejarlo ventilar durante 24-48 horas debido a la producción de nitrógeno amoniacal, resultante de la descomposición del material orgánico en la tierra, a fin de evitar que sea tóxico para las semillas (Riquelme S. & Carrasco J., 2006).

## TRATAMIENTO QUÍMICO DEL SUSTRATO

La opción más usada por los viveros en Colombia es el tratamiento químico de los sustratos, con la aplicación de productos para tal fin. El mercado cuenta actualmente con productos a base de Dazomet, que tienen función biocida, con una baja residualidad y buen control de malezas, insectos, nematodos, hongos y bacterias que podrían afectar las plantas. Sin embargo, su uso requiere de medidas de manejo especiales por la gasificación que presentan, los tiempos de tratamiento y el manejo de medidas de seguridad con los operarios que lo manipulen en el tratamiento y el posterior llenado de bolsas.

Este manejo requiere de una adecuada dosificación por metro cúbico de sustrato, humedad a capacidad de campo y cobertura con plásticos por 3 a 4 semanas. Además, es fundamental realizar una prueba de germinación previa al llenado de bolsas para evitar daño a las semillas.

Dentro del mismo tratamiento químico, existe el método de control directo en las bolsas después de su llenado, utilizado también por viveros en Colombia. Este consiste en la aplicación directa, en forma de drench a las bolsas, usando una mezcla de insecticidas, nematicidas, fungicidas y desinfectantes. Esta técnica ofrece buenos resultados en el tratamiento, generando un menor impacto ambiental, un mejor desarrollo de las plantas al conservar los nutrientes minerales del suelo y mayor seguridad para los operarios de campo.

## B. LLENADO DE BOLSAS

Luego de la preparación del sustrato, donde se pretende dar las características de textura, se debe cumplir con la densidad final del sustrato, ajustándola a la que el árbol podrá encontrar en el sitio definitivo de trasplante. El volumen de sustrato preparado no es equivalente al volumen requerido en la bolsa definitiva; este puede rendir, con un adecuado llenado, tan solo el 60 % del volumen original.

## BOLSAS DE VIVERO

En el mercado existen múltiples proveedores de bolsas para vivero, así como materiales, aditivos y tamaños en los que estas se pueden fabricar. Las bolsas más adecuadas para viveros de aguacate deben cumplir con las siguientes características:

### CARACTERÍSTICAS DE LAS BOLSAS DE VIVERO

<b>MATERIAL</b>	Polietileno de Alta densidad original
<b>COLOR</b>	Negro
<b>FILTROS</b>	UV
<b>CALIBRE</b>	3,7
<b>TAMAÑO</b>	23cm ancho x 46cm de largo
<b>FUELLE</b>	5cm
<b>PERFORACIONES</b>	Desde la base hasta el 50% de su altura

Por reglamentación del ICA, las bolsas de viveros comerciales deben estar debidamente identificadas con el nombre, número de registro y datos básicos del vivero.

Dependiendo de las necesidades de cada vivero o condiciones propias de producción, estas bolsas pueden tener coloraciones blancas o transparentes, con las que se pretende tener un seguimiento del desarrollo de las raíces durante su estancia en el vivero.

En el caso de las bolsas de color blanco, también ayudan a disipar la temperatura generada por la exposición directa al sol. En todos los casos, es indispensable que el material tenga filtro UV para garantizar un adecuado desarrollo radicular y evitar una degradación rápida durante el proceso de producción, permitiendo que las plantas lleguen al destino final sin dañarse.

Las bolsas pueden tener, además, microperforaciones para mejorar su aireación, adicional a los agujeros de drenaje del agua, que son infaltables en estas. Asimismo, se debe buscar que las perforaciones estén distribuidas en Zig-Zag (nunca enfrentadas), para que, con el drenaje, no se pierda una cantidad grande de sustrato en un solo nivel, lo que podría causar el quiebre del pilón y posiblemente de la raíz.

## PROCEDIMIENTO DE LLENADO

Las bolsas deben llenarse con alta rigurosidad para mantener un pilón firme durante todo el proceso de producción, evitando que queden espacios vacíos que puedan perjudicar la raíz o generar fracturas que pueden desencadenar en quiebres de las raíces en los movimientos entre los estados de los árboles en el vivero (Lynce-Duque D. S., Vivero: Primer paso para el éxito del cultivo del aguacate, 2013).



Llenado de bolsas

El llenado de la bolsa de vivero para aguacate debe hacerse muy cuidadosamente, asegurando que desde la base se mantenga una dureza adecuada (densidad) para evitar espacios vacíos. Además, se debe procurar que, al final del proceso, no se consuma o baje en volumen más de un 2-5 % de su volumen original.

Se debe tener en cuenta que, con la mezcla de sustrato adecuada y con el llenado descrito, el peso final de una bolsa será de 9-10 kg en bolsas de volumen de 6 litros. Eso como medida general para revisar en vivero si el sustrato cumple con las condiciones adecuadas.



Bolsas con llenado inadecuado



La metodología del llenado de bolsas se describe a continuación:

1. En el área donde se tienen las pilas de sustrato preparado, se debe ubicar un ladrillo o superficie dura y plana para golpear las bolsas a medida que se adiciona el sustrato, y tomar una bolsa vacía, abrirla y ubicarla sobre ésta.  
.....
2. Con una cuchara de llenado (para granos), tomar dos cucharadas completas de sustrato y vaciarlas, una a una, en la bolsa a llenar.  
.....
3. Soltar la cuchara y, tomando la bolsa por su parte superior, levantarla haciendo pinza con las dos manos y dejarla caer fuertemente sobre la superficie dura, buscando que el sustrato se compacte en la bolsa en capas desde su parte inferior. Dar de 3 a 4 golpes hasta que el sustrato se compacte.  
.....
4. Volver a tomar otras 2 o 3 cucharadas de sustrato de la pila y vaciarlas en la bolsa, repitiendo el procedimiento de golpeado de la bolsa contra la superficie dura para continuar el ajuste de la densidad.  
.....
5. Continuar con el procedimiento de adición de sustrato a la bolsa hasta llegar a la parte superior, en un punto donde aún se permita tomar la bolsa por su parte superior sin dañarla.  
.....
6. Una vez no se pueda tomar la bolsa con los dedos por sus bordes, se debe adicionar una última cucharada de sustrato, apretando manualmente con el cabo de la cuchara en varios puntos, para finalmente dar unos golpes suaves con la base de la cuchara para dejar el sustrato con la misma dureza desde la parte baja hasta la más alta y sin quiebres.

Se debe tener mucha atención a esta metodología, asegurando que la bolsa tenga una buena dureza. Es importante recordar que, si el sustrato es muy suelto o la bolsa no se compacta bien, se estará condicionando la planta a sufrir problemas de asfixia radical a su trasplante en campo y primeras etapas de desarrollo.

## C. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE SEMILLAS

Las semillas utilizadas para patrón de vivero convencional son la seguridad para el productor de la resistencia, la adaptabilidad y la sanidad de las raíces. Es por esto que el proceso debe ser muy cuidadoso, siempre buscando seleccionar las mejores procedencias, las mejores frutas y dar el mejor tratamiento a la semilla en todos los procesos.

La mayoría de las frutas usadas para la producción de árboles convencionales y clonales provienen de árboles de aguacate criollo, nativo o común, los cuales se encuentran en diferentes zonas del país y tienen características particulares en cuanto a su forma, tamaño, color y maduración. Estas frutas son recolectadas en sus lugares de producción de árboles, en su estado natural, y han soportado condiciones de desarrollo en algunas ocasiones adversas, lo que le confieren un grado de rusticidad y resistencia importante para el desarrollo de una planta, patrón o nodriza, para la producción en vivero.

Las frutas destinadas a la producción de semillas para vivero deben ser recolectadas, en la medida de lo posible, una a una, evitando el contacto con el suelo. Luego, deben ser colocadas inmediatamente en una bolsa de cosecha o costal para su transporte al vivero, donde se dejarán madurar antes de proceder a su preparación para la siembra.

## RECIBO, MADURACIÓN Y SELECCIÓN DE FRUTAS

Cada vivero debe adquirir frutos de aguacate completos y sanos, sin presencia de barrenadores de frutos, *Heillipus lauri* o *Stenoma catenifer*, los cuales son plagas cuarentenarias que, en ocasiones, se encuentran en las aguacates criollos o nativos. Los frutos se deben dejar madurar hasta que la pulpa esté blanda, pero no descompuesta, permitiendo que la semilla tome al máximo los nutrientes disponibles antes de la siembra y que pueda ser retirada manualmente sin usar herramientas cortantes, procurando preservarla completa y sin daños.

Al recibir la fruta en el vivero, debe transferirse de los empaques en los cuales llega a canastillas plásticas para facilitar su manejo. En este mismo momento, se debe realizar una selección de las frutas que, por su madurez, ya presentan ablandamiento de la pulpa, como madurez de consumo, dejando en las canastillas únicamente aquellas que aún no han alcanzado este estado. Las semillas deben separarse de la fruta una vez estén maduras y blandas, sin usar herramientas. Todo el proceso debe realizarse manualmente, asegurando que la semilla se desprenda fácilmente del fruto al ejercer una suave presión sobre este.

Selección de frutas a su llegada al vivero



Actualmente, la semilla de aguacate se considera “fisiológicamente recalcitrante” o sensible a la desecación, pero resistente mientras mantenga la testa. La semilla es monoembrionica, con dos cotiledones grandes y densos que sostienen firmemente el eje embrionario, y se presume que es resultado de su evolución por la competencia que existía en su hábitat de bosque nativo (Shaffer, Wolstenholme, & Whiley, 2013).

Así, la semilla de aguacate debe sembrarse lo más pronto posible para lograr su viabilidad. Se puede almacenar en refrigeración con ciertas condiciones de preservación, revisándolas y seleccionándolas constantemente. Aunque en Colombia, con la disponibilidad de semillas durante todo el año, no se use normalmente esta técnica.

Con la selección inicial de las semillas por maduración, se debe hacer al mismo tiempo la selección de características deseables de las mismas, siguiendo el criterio de:

APTAS	NO APTAS
Semilla completamente sana, sin rastros de daños por agentes externos	 <p>Semilla con daños visibles por barrenadores, pudriciones o textura blanda</p>
<b>Semillas sin germinar</b>	<b>Semillas germinadas</b>
 <p>Semillas completas con 2 cotiledones. Algunas presentan 3 y son aptas para siembra</p>	 <p>Semillas donde un cotiledón abraza el otro impidiendo el desarrollo de brotes o raíces.</p>
<b>Semillas uniformes en humedad sin sitios blandos</b>	<b>Semillas des-uniformes con sitios blandos</b>
<b>Semillas Sin Pudriciones</b>	<b>Semillas Con Pudrición en su parte basal (inferior)</b>
<b>Semillas compactas con cotiledones unidos</b>	<b>Semillas partidas, con los cotiledones separados</b>

Todo el material sobrante de esta selección (semillas, pulpas y cáscaras) debe ser dispuesto en sacos tupidos para su retiro. Si presentan daños por perforadores de frutos, deben ser eliminados en el servicio de recolección de basura del municipio o depositados en una fosa, aplicando cal y cubriéndolos con 30 cm de suelo para evitar su dispersión.



Disposición de residuos



Los residuos que no presenten problemas sanitarios previos deben ser dispuestos en el área de residuos vegetales, donde se les debe aplicar espolvoreo de cal dolomita para acelerar su descomposición y prevenir problemas sanitarios.



Aplicación de cal a residuos orgánicos

## EXTRACCIÓN Y SELECCIÓN DE SEMILLAS

Luego de retirar las semillas de las frutas y hacer la pre-selección de las mismas, se debe realizar un lavado con agua, retirando todos los pedazos de pulpa que puedan contener.



Lavado de semillas



Este lavado se debe hacer en los tanques dispuestos para tal labor, vaciando las semillas recién despulpadas y llenándolos completamente con agua limpia hasta taparlas por completo. Allí, se deben revolver manualmente todas las semillas, haciéndolas rozar unas contra otras para eliminar los restos de pulpa, con movimientos de las manos horizontales desde el fondo del tanque de un lado a otro.

Al notar el agua turbia, se debe dejar salir esta primera agua, teniendo cuidado de no dejar escapar las semillas. Luego, se debe llenar nuevamente el tanque con agua hasta cubrir las semillas y repetir el movimiento para seguir retirando las porciones de pulpa y lavar la semilla. Se debe repetir esta operación hasta que el agua de lavado se vea limpia y no se encuentren restos de pulpa en las semillas.



— Semillas limpias luego del lavado



Las semillas deben seleccionarse por tamaño en canastillas plásticas, descartando aquellas que pesen menos de 60 g o que pasen por un tubo pequeño de 1 ¼", con el que se calibran las semillas por encima del peso mínimo.

Las canastillas deben ubicarse en un área de la zona de preparación de semillas, donde puedan escurrir el exceso de agua a la sombra durante unos minutos.

## PREPARACIÓN SEMILLAS

Para permitir que la semilla se hidrate y pueda germinar más rápidamente, debe ser escarificada, rayada o su cubierta (testa) removida; con esto, se reduce el tiempo a germinación en 8-10 días, dependiendo de las condiciones ambientales. Como manejo convencional, los viveros realizan solo un corte en la parte superior de la semilla, haciendo un corte de 1-2 cm, usando un cuchillo afilado o tijeras de poda.



— Escarificación de semillas



Escarificación de semillas

Algunos viveros realizan escarificaciones en la parte superior e inferior de la semilla. Esta técnica, si bien no daña el embrión, reduce la cantidad de nutrientes que ayudan a su soporte durante los primeros días de desarrollo. Además, el corte inferior puede afectar el embrión, llevándolo a producir raíces múltiples, indeseables en plantas de aguacate de vivero.

Siempre se debe revisar la parte inferior de la semilla, halando la cáscara con la punta de la cuchilla, sin tocar los cotiledones, para verificar que no presente pudriciones o germinación prematura. En caso de presentarlas, debe descartarse.

Las semillas se tratan con productos químicos para la prevención de patógenos e insectos que puedan presentarse en fases iniciales de desarrollo. Para ello, se usan productos

a base de Carboxin (fungicida) y Cipermetrina (insecticida), por inmersión o aplicación directa a la semilla. En este proceso, se deben usar todos los elementos de protección para los operarios, como guantes, gafas, caretas para gases y trajes antifluído.

## D. GERMINACIÓN DE SEMILLAS

Este método no es muy adecuado para la producción de árboles de aguacate; sin embargo, se describe, ya que algunos viveristas lo practican. Es un método común en otras especies frutales, como cítricos o mangos, pero en aguacate no es recomendable debido a que la raíz de esta especie es muy frágil y se deshidrata fácilmente (Lynce-Duque D. S., Vivero: Primer paso para el éxito del cultivo del aguacate, 2013).

Si en el trasplante a la bolsa definitiva la punta de la raíz sufre algún quiebre o una simple laceración, sus mecanismos de defensa la llevan a una alta brotación de nuevas raíces, perdiendo la dominancia de la raíz pivotante, resultando en un sistema radical indefinido y poco profundo (Lynce-Duque D. S., Vivero: Primer paso para el éxito del cultivo del aguacate, 2013).

Un sistema radicular desarrollado de esta manera es suficiente para la absorción de nutrientes y agua en vivero; sin embargo, una vez llevado a campo, resulta en un sistema radical de muy baja penetración en el suelo,

con deficiente absorción de agua y nutrientes, y un anclaje inadecuado. Estas plantas con daños en las raíces suelen sufrir de una muerte prematura o un desarrollo deficiente tras el trasplante en campo.

El uso de semillero consiste en dejar las semillas, luego de su tratamiento, en una cama compuesta de arena estéril u otro material ligero, como fibra de coco o turba, de unos 30 cm de profundidad, en la cual se acomodan las semillas separadamente, buscando dar un sustrato inicial muy suave y de fácil penetración para las raíces. Luego de la germinación, cuando se está presentando la emergencia del hipocótilo y aún no se han mostrado sus primeras hojas, se retirada muy suavemente, para llevar a las bolsas o sitios definitivos (Lynce-Duque D. S., Vivero: Primer paso para el éxito del cultivo del aguacate, 2013).



— Semilleros Aguacate



— Semilleros Aguacate

Este es un sistema que busca asegurar que cada una de las semillas llevadas a bolsa germinó y ha iniciado su desarrollo. No obstante, una buena selección de la semilla y un manejo adecuado antes de la siembra directa en la bolsa también aseguran una germinación total de las semillas.

## E. SIEMBRA DE SEMILLA EN BOLSA DE VIVERO

Este es el método más utilizado y, sin duda alguna, el más adecuado para las plantas de aguacate manejadas en vivero, sin pasar por la fase de germinador. En este sistema se asegura un desarrollo libre de la raíz pivotante durante todo el periodo de producción en vivero.

La siembra se realiza directamente en cada bolsa llena con el sustrato, con las semillas recién preparadas o con semillas que han iniciado hinchazón de tejidos sin desarrollar aún raíces o brotes, para evitar quiebres, resultando en un desarrollo normal de la raíz directamente sin alterarse.



Proceso de siembra directa en bolsa

En cada bolsa se realiza una perforación con un taladro o con alguna herramienta que permita remover el sustrato en la parte superior. Cada una de las semillas se acomoda en la bolsa, cuidando que no queden expuestas, para permitir su hidratación y, además, evitar la radiación directa, que podría conducir a un endurecimiento de su parte superior, lo que puede dificultar el desarrollo de las raíces más superficiales. Se debe cubrir con una capa de sustrato de 1-2 cm máximo e idealmente usar un tipo de cascarilla de café o arroz para resguardar la humedad.

## F. DESARROLLO DE PATRONES O PORTAINJERTOS

Los patrones en vivero pasan por diferentes etapas de desarrollo, en las cuales van desarrollando sus hojas, tallos y raíces, adecuadas para soportar el momento de la injertación y en general la copa con la cual se injerta.

Esta fase de desarrollo de los portainjertos varía dependiendo de las condiciones ambientales del vivero y del desarrollo de cada una de las plantas, luego de su germinación. Puede durar entre 10 y 20 semanas, dependiendo de los movimientos constantes y la selección por tamaños del material. El objetivo es agrupar las plantas según su tamaño, grosor y desarrollo, evitando competencias que generen sobrecrecimientos, que dan lugar a tallos demasiado delgados para la injertación. A mayor movimiento del material, menor será el tiempo de desarrollo.



Cama por seleccionar



— Cama seleccionada

En las camas se deben acomodar los árboles por tamaños, de mayor altura a menor, dejando las plantas más pequeñas y delgadas en los bordes de las camas para que tengan una mejor recepción de luz. Si entre varias camas se tienen procedencias y tiempos de siembra iguales, se puede mezclar el material, acomodando en varias camas plantas grandes, medianas y pequeñas separadamente.

## G. INJERTACIÓN

Luego de seleccionadas las camas de patrones o portainjertos con árboles con condiciones adecuadas (grosor de tallo, altura de planta, sanidad del material), se procede a la injertación del material.

Los cultivos comerciales de aguacate requieren de plantas injertadas. La injertación es la única forma de asegurar que el material sembrado corresponde a una copia o reproducción de un árbol madre que presenta atractivo en el mercado o se adapta satisfactoriamente a las condiciones de los sitios donde se establecerá.

En el aguacate, la injertación de las plantas se realiza 10 a 20 semanas luego de la siembra de las semillas de patrón en las bolsas y cuando las plantas tienen aproximadamente 40 cm de altura total, 1 - 1.5 cm de diámetro del tallo y un desarrollo adecuado con hojas maduras.



— Injerto en púa terminal



Cobertura de injerto

Para cualquier metodología de injertación y por reglamentación del ICA, el injerto de las plantas de aguacate debe hacerse mínimo a 25 cm de altura del tallo desde la primera raíz. Como límite máximo, a 35 cm de altura o proporcional al largo de las bolsas utilizadas en cada vivero, pues la tasa de crecimiento de la raíz es proporcional a la del crecimiento de la copa. Alturas mayores podrían inducir raíces atrofiadas (Lynce-Duque D. S., Vivero: Primer paso para el éxito del cultivo del aguacate, 2013).

El injerto en púa terminal se realiza con una incisión vertical en el centro del tallo, en donde se inserta una yema con un corte en V, buscando que la xilema y el floema del patrón y la púa queden en contacto, para que se dé su unión. Inmediatamente después de introducir la yema, se debe asegurar y cubrir el corte con la cinta de injertación (Parafilm, Lindasop o Cristaflex) para evitar contaminaciones y generar un acercamiento de los dos tejidos que lleve a la unión de ambos.

Cada injerto debe cubrirse con una bolsa plástica, amarrada por la parte baja, para hacer una cámara húmeda que mantenga vivo el injerto hasta su brotación. Adicional a esta bolsa, se debe cubrir el injerto por tres semanas con una bolsa de papel o vaso plástico, para cubrirlo de la radiación directa.

En el proceso de injertación deben quedar muy bien identificadas las variedades que fueron injertadas para evitar cualquier confusión, usando cintas de injerto de colores diferentes o pinturas distintivas para cada una

de las variedades (Lynce-Duque D. S., Vivero: Primer paso para el éxito del cultivo del aguacate, 2013).

Las bolsas se deben retirar una vez la yema inicie su brotación y sea notorio el desarrollo de nuevas hojas, lo cual es indicativo de una correcta unión del patrón y la yema. Durante todo el proceso, entre la injertación y la brotación del injerto, se debe tener un muy buen suministro de agua a cada planta y mantener la humedad relativa controlada (60%-70%), para que esta transpire y pueda mantener el suministro de agua a la yema sin secar el punto de corte.

El aguacate produce oxidación en tejidos cortados y expuestos al aire, lo que puede causar una mala unión del injerto. Por ello, es importante encintar rápidamente y mantener la humedad de las plantas para que no se den procesos de oxidación que dañen el injerto.

## CORTE DE YEMAS PARA INJERTACIÓN

El corte de yemas para injertación se realiza en huertos básicos o de multiplicación de los propios viveros o en cultivos establecidos, registrados ante el ICA en el registro del vivero. Los árboles de estos huertos y cultivos establecidos deben llevar un manejo adecuado para que las yemas a utilizar para la injertación sean de la mejor calidad.



— Nevera de icopor para almacenaje transitorio de yemas

El corte se realiza directamente en campo, cortando la porción de rama que presenta el estado adecuado de maduración y desarrollo para unirse en el injerto con el patrón. Este punto debe ser un intermedio entre el tejido tierno y el maduro, justo en el momento en que inicia la hinchazón de los nudos para el inicio de nuevas brotaciones. A esta rama se le retiran las hojas para evitar la deshidratación y se almacena en un recipiente limpio (nevera de icopor, balde o bolsa de papel), cubierto del sol directo.



— Yema con corcho

Las yemas no deben tener una proporción alta de corcho, tejido indicativo de paso a la madurez de la rama. Esto debido a que sería un tejido que no está realizando una extracción activa de savia de la planta, teniendo mayor posibilidad de secarse al injertarse por falta de hidratación. Se tolera como máximo 1 mm de corcho al centro de la yema.



— Tratamiento químico de yemas

Las yemas de injertación, en su arribo al vivero, deben tratarse químicamente para evitar la dispersión de problemas sanitarios, haciendo una inmersión por 10 minutos en una solución con un fungicida de doble acción. Inmediatamente después de ser preparadas, las yemas deben ser envueltas en toallas húmedas o papel kraft humedecido para conservar la humedad.

## H. ENTREGA DEL MATERIAL

La entrega de material en el vivero se realiza una vez las plantas presenten las características deseables de desarrollo, sanidad y aclimatación, representadas en un buen número de hojas maduras (>30), nueva brotación activa y ausencia de síntomas de daños por plagas.

Las plantas deben ser manipuladas una a una, sin tomarlas del tallo, para evitar daños. La madera del aguacate es muy suave, y leves presiones generan separaciones del cambium y el xilema, produciendo quemazones y acumulaciones de savia internamente, que pueden llegar a causar la muerte de la planta si un patógeno llegara a esos puntos de daño.



— Entrega de material



— Entrega de material

Al ser la raíz la “mitad escondida” de la planta de vivero, es fundamental revisar el material recibido por parte del futuro productor. Se recomienda realizar muestreos destructivos en un porcentaje de árboles para garantizar su calidad. Aunque elegir un vivero que aplique rigurosamente los procesos descritos con rigurosidad y mantenga una adecuada trazabilidad es una garantía del material, llevar a cabo estos muestreos es una práctica saludable para evitar futuras discrepancias sobre el desarrollo de las plantas en campo.



— Muestreo de raíces

## MUESTREO DE RAÍCES

Los árboles de aguacate en producción convencional deben contar con al menos una raíz pivotante muy definida. En esto, es importante diferenciar entre las raíces pivotantes múltiples y las raíces acompañantes.

Una raíz pivotante múltiple o bifurcada es aquella raíz que, como resultado de un quiebre, daño por insectos o enfermedades, en su punto de daño generó múltiples raíces. Esto se conoce como “escobas” o simplemente raíz múltiple. Esta característica NO es deseable en árboles de aguacate, por la imposibilidad de la raíz, posterior a su trasplante en campo, de penetrar a profundidad en el suelo para la toma de agua y nutrientes.



Raíces múltiples



La raíz pivotante es la encargada de la toma de agua, tanto por falta como por exceso. Esto quiere decir que, en épocas de baja humedad del suelo, ella debe tener capacidad de penetrar en profundidad en busca de agua; y, en épocas de excesiva humedad, tener capacidad de absorber el agua presente en el suelo y llevarla a transpiración rápida por sus hojas para evitar asfixiarse y mantener los niveles de oxígeno en el suelo.

Una raíz pivotante acompañante, por su parte, es una raíz pivotante adicional que se forma desde el cuello del tallo y que acompaña a la raíz pivotante principal en la toma de agua y evacuación de excesos como ya se indicó. Se diferencia de la anterior en que ésta no genera competencia con la pivotante principal, sino que la acompaña en la exploración a profundidad del suelo y permite a la planta un desarrollo normal sin afectarla. Esta condición se da principalmente en patrones o portainjertos con mezclas con la raza mexicana.



# CAPÍTULO 5



## VARIETADES DE AGUACATE PARA COLOMBIA

Por las condiciones edafoclimáticas de Colombia y la posibilidad de comercialización, existen diversos tipos de aguacate que se establecen en cultivos comerciales. Entre ellos, encontramos los aguacates criollos, que se clasifican por las diferentes zonas de producción, siendo los de tierras altas de menor tamaño y mayor contenido de aceites, y los de tierras bajas más grandes, fibrosos y con bajos contenidos de aceites. Existen otras variedades que, si bien se comercializan únicamente en el mercado nacional, tienen gran importancia en la producción del país, como lo son las variedades Lorena (conocida como Papelillo), Santana, Choquette, Booth 8, entre otras, que fueron introducidas al país en los años 70-80 dentro del programa de diversificación de la federación de cafeteros.

En este mismo programa, se introdujo a Colombia la variedad Hass, que hoy día presenta importancia mundial por su consumo, y local, por el crecimiento en las exportaciones. Las frutas de esta variedad, en su introducción y producción en bajas cantidades, no eran atractivas en el mercado por la costumbre de consumo de aguacates de mayor tamaño. Sin embargo, con la producción creciente y el conocimiento de los consumidores de esta fruta, el consumo local ha venido en aumento en los últimos años.

VARIEDAD	RAZA	ADAPTABILIDAD (MSNM)	GRUPO FLORAL	TIEMPO (DÍAS) DESDE FLORACIÓN A COSECHA APROX.	PRODUCCIÓN POTENCIAL (TON/HA)
HASS	Guatemalteca	1200 - 2600	A	300 - 380	32.5
LORENA	Antillana	0 - 1500	A	150 - 190	25
SANTANA	Posiblemente Guatemalteca x Antillana (Bernal et.al. 2005)	0 - 1800	B	180 - 200	30 - 35
FUERTE	Mexicana x Guatemalteca	1400 - 2600	B	180 - 220	25
REED	Guatemalteca	1400 - 2600	A	220 - 250	50 - 80
COLLIN RED	Guatemalteca x Antillana	1200 - 2000	A	180 - 200	
CHOQUETTE	Guatemalteca x Antillana	0 - 2000	B	300 - 360	30 - 35
BOOTH 8	Guatemalteca x Antillana	0 - 1800		220 - 260	30 - 35

## A. AGUACATE HASS

El aguacate Hass es la principal variedad comercial del mundo, perteneciente a la raza guatemalteca.

Fue registrada en 1932 y posee la patente de planta n.º 139 de agosto 27 de 1935. Se originó en La Habra Heights, California, de una semilla plantada por Rudolph Hass. Es un árbol de buena producción y que puede presentar alternancia productiva, de crecimiento rápido y con tendencia a alcanzar altura, requiriendo poda.

Presenta frutas de forma ovoide-piriforme, pulpa de excelente sabor y calidad, frutos de tamaño mediano con pesos variables de 150 a 400 g, cáscara gruesa y rugosa de color verde,

que se oscurece al madurar (madurez de cosecha en el árbol) y se torna púrpura oscura a negra al madurar para su consumo. (UC Riverside - College of natural & Agricultural Sciences, 2024).

Tiene la semilla adherida a la cavidad, un porcentaje de pulpa de 70% y contenido de aceite del 18-22%. Es un árbol de producción precoz, con crecimiento erecto, mediano y uniforme. Pertenece al grupo floral A, con un periodo de flor a fruto cercano a los 12 meses, pudiendo permanecer en el árbol hasta 3 meses más, y en refrigeración, por hasta un mes (Rios Castaño, Corrales M., Daza G., & Aristizabal G., 2005).



Dependiendo de la altura sobre el nivel del mar en el que se establezca, puede presentar periodos de floración y cosecha variables, desde los 8 meses para zonas bajas y hasta 12 meses en zonas altas. Su rango óptimo de adaptación está sobre los 1.200 msnm hasta los 2.200 msnm (Rios Castaño, Corrales M., Daza G., & Aristizabal G., 2005).

En Colombia, se ha establecido desde los 900 hasta los 2.700 msnm, presentando adaptación y respuesta en crecimiento, desarrollo y producción.

Es susceptible al ataque de ácaros en el envés de la hoja, y, por su excesiva carga, puede presentar en ocasiones daños por golpe de sol, más frecuentes en unas cosechas que en otras.

## B. AGUACATE LORENA (PAPELILLO)

Hasta hace algunos años, se daba una distinción de dos variedades diferentes, Lorena y Trapica, pero hoy día estas se agruparon como aguacate tipo Lorena o Papelillo. Este tipo de aguacate tiene un excelente comercio local, solo con posibilidad de exportación vía aérea por su rápida maduración de consumo.

Es apto para el establecimiento en alturas desde los 0 a 1.400 msnm. Tiene producciones promedio de 15 ton/ha y un potencial por encima de 25 ton/ha. Sus precios de venta promedio en el mercado nacional son siempre los más altos dentro

de los aguacates de consumo local, por su alta demanda. Posee una forma piriforme, corteza clara, pulpa blanda y sabor suave, características que asemejan los aguacates criollos tradicionales, de ahí la preferencia por esta variedad en el mercado local.

Se originó de una semilla seleccionada de un árbol de polinización abierta en la finca La Lorena, Palmira, en 1957. Fue descrito en agosto de 1963 (Rios Castaño, Corrales M., Daza G., & Aristizabal G., 2005). Informaciones más recientes hablan de una identificación errónea con otras variedades, posiblemente Pollock o Doctor Dupuis, u otra introducida a Colombia en los años 70.



Presenta frutos de forma ovoide-piriforme, con corteza delgada y flexible de color verde-amarillo moderado, con un peso promedio de 568 g. Tiene floración tipo A, con periodo de flor a fruto de 5 a 6 meses. Su contenido de grasa es del 7.2%, con un porcentaje de pulpa del 80%. Es una fruta muy delicada

y de maduración muy rápida luego de cosechada, por lo cual debe ser transportada y manipulada con cuidado en poscosecha, y despachada prontamente para lograr su comercialización en un punto de madurez no muy avanzado (Rios Castaño, Corrales M., Daza G., & Aristizabal G., 2005).

## C. AGUACATE SANTANA

Es un híbrido guatemalteco x antillano. Se presume su origen en la finca Santana Palestina, Caldas, donde pudo ser el resultado de una injertación errónea de la variedad Hall.

Tiene un fruto de forma piriforme simétrica, con un contenido de grasa del 4.8%. Pertenece al grupo floral B, con un periodo de floración a cosecha de 8 meses. El fruto es de color verde oscuro brillante, que permanece así hasta la cosecha. Semilla mediana y adherida a la pulpa. Una característica clara de este híbrido, al igual que el Hall, es la coloración rojiza de las yemas de los brotes terminales en su estado de desarrollo inicial.

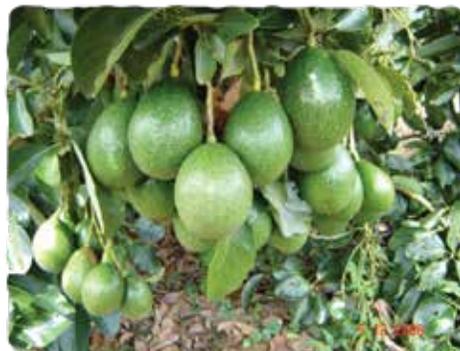
Este híbrido es muy apetecido en el mercado por su buen sabor y tamaño. En campo presenta una susceptibilidad alta al ataque de Trips, y debe cosecharse en un punto de madurez muy avanzado, pues puede presentar pudrición peduncular en poscosecha debido a su alta demanda nutricional para el llenado del fruto y la formación de la semilla lo que provoca que continúe absorbiendo nutrientes a través del pedúnculo hasta estar completamente formado y lleno. Al no continuar adherido a la planta, el fruto absorbe el ápice del fruto y permite la entrada de patógenos.



## D. AGUACATE BOOTH 8

Se originó en Homestead, Florida, por William Booth, y fue liberado en 1935. Proviene de una semilla de polinización libre de un tipo guatemalteco, probablemente cruzado con un antillano en una selección de 1927. El fruto es mediano, oblongo-ovado, de corteza color verde oliva moderado, gruesa y rugosa. Su peso oscila entre 400 y 500 g. Tiene una pulpa de color amarillo verdoso brillante, con un contenido de grasa de 6-8 %. Su adaptación es desde 0-1.800 msnm (Ríos Castaño, Corrales M., Daza G., & Aristizabal G., 2005).

En climas cálidos demora en entrar en producción. Presenta una alta tasa de añerismo, que se puede reducir con una cosecha con poda, ya que tras una muy buena cosecha, viene una o más regulares, pues por la sobrecarga de frutos en cada uno de los racimos, las cosechas posteriores, siempre están expuestas al golpe de sol reduciendo el tamaño de los frutos.



## E. AGUACATE CHOQUETTE

Es un híbrido de la raza Guatemalteca x Antillana. Árbol originario de un cultivo de R.D. Choquette en Miami, Florida, de una semilla de origen desconocido, sembrada en enero de 1929. Primera fructificación en 1934 y propagado en 1939. Fruto de color verde oscuro; peso del fruto de 850 - 1130 g.; forma ovalada a esférica; corteza gruesa; contenido de aceite de 13%; pulpa de color amarillo y sabor dulce. Semilla mediana, ajustada en la cavidad. Árbol de hábito alternante y resistente a las enfermedades comunes del aguacate, pero susceptible al ataque de trips. Grupo Floral A y periodo de floración a fructificación de 8 meses (Ríos Castaño, Corrales M., Daza G., & Aristizabal G., 2005). Relación cáscara: semilla: pulpa 3:17:80 (Bernal E, Díaz D, & (Compiladores), 2005).

## F. AGUACATE FUERTE

Proveniente de una yema de un árbol nativo en 1911, de Atlixco, Puebla, México. Híbrido natural de la raza mexicana y guatemalteca. Árbol de porte bajo y crecimiento lateral. Tamaño de la semilla medio. Grupo floral B, periodo de floración a cosecha de 8 meses. Peso promedio del fruto 350 g. Fruto aovado, de corteza intermedia. Híbrido de muy alta producción en su rango de adaptación. En Colombia se siembra desde los 1200 hasta 2200 msnm, con buenas producciones (Ríos Castaño, Corrales M., Daza G., & Aristizabal G., 2005). Es susceptible al ataque de trips y produce un gran número de frutos sin semilla (partenocárpicos).

Al igual que Santana, por su periodo de floración a fructificación de 8 meses, su grupo floral B, y su rango de adaptación, es muy apto para mezclar con variedades de grupo floral A (Papelillos), para mejorar de flujo de caja y polinización.



## G. AGUACATE EDRAÑOL



Varietal perteneciente a la raza guatemalteca. Originada en 1927 por A.R. Rideout y posteriormente sembrada por E.R. Mullen en Vista, California. Introducida en 1932. Obtenida de una polinización cruzada de la variedad Lyon. Corteza color verde olivo. Peso del fruto de 312 g a 340 g. Fruto piriforme, corteza rugosa pero delgada para ser guatemalteca. Sabor de la pulpa muy bueno. Contenido alto de aceite, 22.5%. Semilla pequeña y adherida a su cavidad. Flor tipo B. Árbol alto, delgado y vigoroso (UC Riverside - College of natural & Agricultural Sciences, 2024).

Esta variedad es usada actualmente como polinizante en muchos huertos en Colombia por su alta floración, sincronizada con las floraciones de la variedad Hass, y por el tamaño de árbol, que permite darle un manejo adecuado sin generar una competencia fuerte.

## H. AGUACATE REED

Perteneciente a la raza guatemalteca. Originada en Carlsbad, California, por James Reed. Introducida en 1960. Originada de una semilla, probablemente de un híbrido de "Anaheim" y "Nabal" (Rios Castaño, Corrales M., Daza G., & Aristizabal G., 2005). Fruto color verde oliva grisáceo, corteza gruesa, quebradiza y de rugosidad media, de maduración tardía. Peso de frutos 230 – 500 g. Contenido de aceite, 20%. Grupo floral A. Planta muy precoz, altamente productiva y con muy baja alternancia. Esta es una variedad muy usada y recomendada para cultivos por encima de 1800 msnm, donde se desarrolla muy bien y muestra su precocidad.





# CAPÍTULO 6

# PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ÁRBOLES DE AGUACATE CLONAL

Flolich, 1951, describió y fue el primero en tener éxito en la etiolación para el enraizamiento de estacas fisiológicamente maduras de árboles de variedades guatemaltecas (Hass, Anaheim y MacArthur). Este método consistía en el corte de tallos, los cuales debían someterse a condiciones de oscuridad y alta humedad, dejando que la parte apical se siguiera desarrollando. Luego, esta porción desarrollada en oscuridad se retiraba de la planta madre, en un tipo de acodo, dejando que la planta tuviera de 3 a 5 hojas. Las raíces aparecieron entre 4 y 8 semanas después del retiro de la planta madre.

Más adelante (Folich & Platt, 1972) desarrollaron el primer método de etiolación masivo con doble injertación, por una necesidad de reproducir características de árboles a pedido de la Universidad de California, Riverside. Escogieron semillas grandes, llamadas nodrizas, para dar vigor a los brotes. Luego, fueron injertados con la variedad que querían reproducir en un punto muy cercano a la base de la lata, en la que sembraron las semillas. Cuando los injertos iniciaban su desarrollo, se llevaron a cuartos oscuros con control de temperatura y humedad. Al estar lo suficientemente grandes y desarrollados, con ausencia de clorofila, se retiraban de la cámara y se llenaba la porción oscurecida con una mezcla de sustrato. Se les ponía un collar en la base del tallo y se llevaban a un medio abierto con control de humedad y temperatura. Luego, se trasplantaron a recipientes más grandes y se dejaron desarrollar para luego injertarlos con la variedad deseada.

Varios investigadores hicieron variaciones de la técnica original descrita por Frolich y Platt, mediante la aplicación de hormonas (auxinas) en diferentes concentraciones y heridas o anillos en el tallo etiolado.

Actualmente, de las variaciones de la metodología original, se tienen dos métodos usados en varios lugares del mundo. El método Brokaw, que utiliza una sola semilla nodriza para producir una planta, y el método de microclones, descrito por Ernst en 1999 y desarrollado en el vivero Allesbeste, en Tzaneen, Sudáfrica, que buscaba reducir los altos costos de las plantas, produciendo dos o más brotes durante la etiolación (Shaffer, Wolstenholme, & Whiley, 2013).

En este documento describiremos el método usado por Brokaw.



## A. METODO BROKAW

El vivero Brokaw, ubicado en el condado de Ventura, California, modificó y mejoró el método de Frolich y Platt y lo patentó en 1977. Con esta modificación, simplificó la propagación comercial de árboles clonales y, más adelante, otros viveros adoptaron esta técnica bajo modalidades de sublicencia hasta la expiración de su patente en 1994 (Shaffer, Wolstenholme, & Whiley, 2013).

Actualmente, esta técnica es usada en viveros en Estados Unidos, Chile, España, y varios viveros en Colombia están desarrollando procesos de producción de árboles clonales con el mismo modelo de sublicencia.



Esquema de la clonación. (Tomado de (Castro V. & Fassio O., 2013))

En resumen, en este método se sigue una serie de etapas, todas importantes, iniciando por la cosecha de la semilla nodriza, su siembra y posterior injertación con el portainjerto de interés, pasando por cámaras de etiolación, aplicación de hormonas, anillado y rayado, injertación con la variedad comercial, trasplante a bolsa definitiva y, finalmente, la formación de la planta clonal.

## SIEMBRA DE NODRIZAS

Para la siembra de nodrizas, se utilizan semillas de aguacate criollo o nativo y se preparan como se describió en la sección de preparación de semillas. Cada una de estas semillas se siembra en una bolsa especial pequeña, de capacidad de 2 L de volumen, la cual se llena con un sustrato de turba, preferiblemente, doblado a la mitad o en varias secciones, a manera de manga, que servirá para adicionar el sustrato luego de la etiolación.

La semilla, ya sembrada en la bolsa, se riega y se monitorea su desarrollo, con riego constante para asegurar la humedad del sustrato. Una vez germinada, la semilla toma alrededor de 4-5 semanas para alcanzar el punto de grosor y lignificación a dureza media para la primera injertación con el portainjerto de interés (Castro V. & Fassio O., 2013).



— Siembra de semilla nodriza

Durante este tiempo, las plantas deben ser seleccionadas por tamaños para evitar competencias entre ellas y lograr un buen grosor de tallo para la injertación.



— Desarrollo patrones nodriza

## INJERTACIÓN PORTAINJERTO CLONAL

Este injerto se debe hacer lo más cercano a la semilla para lograr un buen espacio de enraizamiento futuro del brote etiolado. Para esta injertación, se usan yemas del portainjerto de interés (Duke 7, Latas, Dusa, Toro Canyon, etc.) y se injertan, preferiblemente, en púa terminal.

Para esto, el vivero debe contar con un huerto básico de multiplicación de estos portainjertos, con todos los manejos adecuados para mantener el vigor y sanidad de las yemas que se usarán en la injertación. Las yemas cortadas deben tratarse y desinfectarse para evitar contaminaciones por patógenos en el injerto, haciendo inmersión de las yemas en productos para tal fin.

Al igual que la injertación en árboles convencionales, las yemas deben estar en su punto de desarrollo óptimo, con nudos hinchados y buena madurez.



— Injertación porta injerto clonal



— Desarrollo portainjerto

El injerto se debe amarrar con cinta plástica, Lindasop o de goma, y se cubre con bolsas plásticas para hacer cámara húmeda. Una vez inicie su brotación, se retira la bolsa y se prepara para pasar a las cámaras de etiolación. Entre 15 y 30 días se inicia la brotación del injerto.

## ETIOLACIÓN DE PORTAINJERTO CLONAL

Para la etiolación las plantas nodrizas con prendimiento de injerto del portainjerto clonal, una vez inician su brotación, se trasladan a una cámara de etiolación.

Las cámaras de etiolación son áreas con ausencia de luz, que pueden estar fabricadas con madera o metal, con techos plásticos o de teja y paredes de polietileno negro de buen calibre. Esta cámara debe tener salidas de aire para evitar sobrecalentamiento o asfixia de las plantas (Castro V. & Fassio O., 2013).

Al interior de las cámaras, se debe mantener una temperatura entre los 25-35 °C y una humedad relativa del 60-70%. Las plantas deben controlarse en humedad para evitar desecamiento.



Dentro de las cámaras, las plantas inician el desarrollo de sus brotes en ausencia de luz hasta que alcanzan los 25-30 cm de longitud, donde debe procederse al rayado, hormonado, anillado y llenado de bolsa.



Plantas dentro de la cámara de etiolación



Aplicación de hormona



Anillo

## APLICACIÓN DE HORMONA Y ANILLADO

Se aplica una mezcla líquida de ácido indolbutírico y ácido naftalenacético para favorecer el desarrollo de las raíces del portainjerto clonal. Esta mezcla se aplica con una brocha, mojando el tallo, no sin antes haber realizado un raspado con una microsierra en el mismo brote etiolado, para que, de esta forma, penetre mejor la hormona en la planta (Castro V. & Fassio O., 2013).

Posterior al raspado y hormonado, a cada planta procesada se le coloca un anillo metálico en los tallos con una herramienta especial para la labor, buscando que, una vez el portainjerto desarrolle sus raíces e inicie su crecimiento, se estrangule la nodriza y solo quede la influencia en la planta de las raíces del mismo portainjerto. Este anillo debe ser metálico, ya que otro tipo de anillos, como abrazaderas plásticas, pueden romperse y dejar el efecto de la nodriza en el árbol.

Posterior a esto, y dejando la hormona secar al menos 20 minutos, se debe desdoblar la bolsa y cubrir la zona etiolada y la parte vacía de la bolsa

con el sustrato final para el desarrollo de las raíces del portainjerto clonal. Este sustrato se compone de turba, fibra de coco y puede incluir algún fertilizante.



— Llenado bolsa portainjerto

Una vez llenado con sustrato seco y compactado, las plantas deben ser remojadas varias veces para garantizar una hidratación que normalmente durará hasta su trasplante en la bolsa definitiva.

## SEGUNDO INJERTO O INJERTO DE COPA COMERCIAL

Unos días después de que se ha realizado el hormonado de los portainjertos, se debe proceder a la injertación con la copa definitiva comercial. Al igual que el portainjerto, para esta injertación se requieren yemas provenientes de huertos básicos que tengan todos los manejos sanitarios y de nutrición para asegurar un buen prendimiento.



— Portainjertos injertados con copa comercial

Para este segundo injerto también es recomendable realizarlo en púa terminal. Sin embargo, por el grosor de los tallos y la rapidez con la que se realiza esta injertación, que no da espacio de crecimiento a la planta, también se pueden hacer injertaciones en aproximación, sin que esto afecte el desarrollo de la planta.

## ENDURECIMIENTO DE PLANTINES

A partir de la segunda injertación, y mientras las plantas se mantengan en la bolsa de 2 L, se denominan plantines. Estos, luego del prendimiento del injerto, deben iniciar un proceso de desarrollo de nuevas hojas, que ayudarán luego a la formación de raíces.

Estos plantines deben pasar de una condición de poca luz a luz media, hasta llegar a plena exposición, donde estarán listos para trasplantar a la bolsa definitiva.



Proceso de endurecimiento del plantín

## TRASPLANTE A BOLSA DEFINITIVA

Una vez los plantines se hayan desarrollado completamente, se debe proceder a su trasplante en bolsa definitiva. Este proceso se realiza una vez estos presenten desarrollo de nuevas raíces, lo cual se evidencia al tacto en la bolsa del plantín.

Cada vivero usa mezclas específicas de sustrato, pero esta mezcla al igual que en los árboles convencionales, será la que llegará al sitio definitivo. Por tanto, esta debe contener una alta proporción de tierra, una porción de arena y algún tipo de cascarilla de café, turba o fibra de coca.

El trasplante se hace tomando una planta a la vez y llevándola a la bolsa de dos maneras. Una, si se llenó completamente con el sustrato, consiste en hacer un taladrado del mismo con una broca del tamaño del plantín, para luego introducirlo allí.

Otra opción es llenar parcialmente la bolsa con el sustrato y, una vez alcanzado el nivel superior de la bolsa (a la altura del plantín), llevarlo a esta centrado y aplicar capas de sustrato por los lados, apretándolo bien para evitar cámaras de aire, hasta llegar a la parte superior de la bolsa.

Ya con las bolsas llenas y las plantas trasplantadas en ellas, se deben llevar al sitio de endurecimiento de material, donde se pondrá un tutor de 90 cm de altura libre, enterrado en la misma bolsa y sobre el cual se va a dar la formación a la planta.



Trasplante a bolsa definitiva

Para esto, la planta se fija primero al tutor con cintas y periódicamente se dan pases de conducción y poda para dejarla listo para entrega, cuando su altura sea igual al tutor, 90 cm.



Árboles en bolsa definitiva

## B. PORTAINJERTOS CLONALES PROMISORIOS PARA COLOMBIA

Los portainjertos han sido estudiados y continúan siendo estudiados en el mundo por su importancia en la producción y la selección de resistencias a enfermedades, tolerancia a diferentes factores de suelo, como sales, adaptabilidad a suelos calcáreos, formación de árboles pequeños con facilidad de manejo y producción altamente sustentable de frutas de calidad (Shaffer, Wolstenholme, & Whiley, 2013).

En los portainjertos clonales se han podido encontrar diferentes características deseables, así como otras que afectan los frutos, pero la selección y estudio de algunos promisorios ha llevado a ampliar la gama de estos disponibles para los productores. Sin embargo, en la actualidad, no se han encontrado portainjertos con resistencia comercial completa, es decir, que sean capaces de permanecer sanos sin ningún tratamiento con fungicidas, aunque sí se han alcanzado ciertas tolerancias (Shaffer, Wolstenholme, & Whiley, 2013).

En Colombia se tiene disponibilidad de diferentes portainjertos, muchos de los cuales se mantienen en proceso de evaluación antes de ser liberados. Por la juventud de la industria en Colombia, falta aprender más sobre los beneficios y diferencias de estos portainjertos, que, a futuro, serán la base para la producción adecuada de aguacate.

### DUKE 7

Este portainjerto, de raza mexicana, seleccionado por George Zentmyer, es el más utilizado por su resistencia a *Phytophthora cinnamomi* y resistencia al frío. Este patrón es intolerante a la inundación del suelo y solo debe ser usado en suelos bien drenados y profundos. En California, las copas injertadas sobre Duke 7 presentan el menor índice de alternancia productiva comparado con otros portainjertos (Shaffer, Wolstenholme, & Whiley, 2013).

### LATAS

Este portainjerto, conocido anteriormente como Merensky 1, con raza predominantemente mexicana, se originó de un árbol de la variedad Fuerte, proveniente de Sudáfrica, donde era cultivado en suelos parcialmente inundados. Presenta, en Sudáfrica, producciones superiores en los Hass injertados sobre Duke 7 en sus primeras cosechas. (Shaffer, Wolstenholme, & Whiley, 2013)

Este portainjerto está disponible en Colombia en los viveros con sublicencia de Brokaw nursery.

## DUSA

Portainjerto anteriormente conocido como Merensky 2, proveniente de Sudáfrica y de origen de semilla desconocido. Este portainjerto ha desplazado a Latas en Sudáfrica, California y Chile, donde es el portainjerto más comercializado para árboles clonales. En estos países, ha demostrado ser significativamente más tolerante a la pudrición radicular por *P. cinnamomi* y más productivo que los injertados sobre Duke 7, razón por la cual lo ha desplazado en muchos países.

Presenta tolerancia a inviernos fríos y condiciones de alta salinidad.

## TOROCANYON

Es un portainjerto perteneciente a la raza mexicana, clonado de un árbol sobreviviente de un área atacada por pudriciones radiculares.

Se le atribuyen resistencias a *P. cinnamomi*, aunque en estudios realizados en España no presentó resistencia. Es un estándar en los productores en California. Tiene tolerancias a diferentes pudriciones radiculares y se comporta muy bien en producción.

Es un portainjerto de difícil producción en vivero y se encuentra disponible en Colombia.

A photograph of a tea plantation with rows of tea bushes. The leaves are green and have small water droplets on them. The background is slightly blurred.

# **CAPÍTULO 7**



## ASFIXIA RADICAL Y SU EFECTO EN LA DURABILIDAD DE LOS CULTIVOS EN COLOMBIA

La asfixia radicular del aguacate es, sin duda alguna, el problema más persistente y severo en los cultivos de aguacate alrededor del mundo. Muchos de los problemas sanitarios reportados en el cultivo se relacionan con este fenómeno, que ocurre al someter las raíces a bajos niveles de oxígeno en el suelo (hipoxia) o a la ausencia de oxígeno (anoxia), necesario para todos los procesos de formación de energía (ATP) de las células en la planta. Al carecer de oxígeno, las células inician un proceso anaeróbico de producción de energía o fermentación, generando grandes cantidades de alcoholes y ácido láctico, que dañan las células y generan atracción al ataque de plagas o enfermedades en la planta, pudiendo, inclusive, causar su muerte como efecto colateral.

Visualmente los árboles expresan los síntomas de asfixia radicular con una pérdida de vigor general, opacamiento de las hojas por pérdida de ceras protectoras, amarillamiento de hojas, bajo a nulo crecimiento del tallo, engrosamiento del tallo sobre el nivel del injerto, susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades, muerte de raíces y muerte de tejidos o del árbol en estados avanzados.



Hojas de árboles sanos



Hojas árboles con asfixia radicular

En Colombia, se ha reportado el hongo *Phytophthora cinnamomi* Rands como el causante de pérdidas en viveros del 30-50% de los árboles y durante los dos primeros años de establecimiento del cultivo. Sumado a esto, otras enfermedades como *Verticillium sp.* Nees, *Armillaria mellea* Kumm, *Rosellinia sp.* De Not, entre otras, se reportan como presentes en los cultivos de aguacate en Colombia (Bernal E, Diaz D, & (Compiladores), 2005).

Estas enfermedades siempre se encuentran ligadas a condiciones de alta humedad del suelo y, en todos los casos, presentan síntomas similares de expresión, con un decaimiento generalizado, estancamiento de desarrollo, marchitez, pérdida de vigor, amarillamiento, pérdida de color

y brillo de las hojas y, finalmente, en estados avanzados, muerte de los árboles (Lynce-Duque, 2011).

En el pasado, muchos expertos en las zonas productoras de aguacate en el mundo señalaban que la muerte de los árboles se debía al exceso de agua en la zona de raíces, donde *P. cinnamomi* causaba destrucción de las mismas, ya que esta humedad proveía el medio para que las esporas del hongo se diseminaran y causaran la infección (Shaffer, Wolstenholme, & Whiley, 2013).

Estudios posteriores en California, Florida y Chile indicaron que la hipoxia o anoxia en suelos inundados o pobremente drenados dañaba las raíces y causaba mortalidad de árboles, incluso en ausencia de *P. cinnamomi* (p. 2).

Al igual que en Colombia, hasta hace unos años, la mortalidad de árboles solo se atribuía a esta enfermedad o a otras asociadas en el suelo, realizando manejos encaminados solo al control de estas y no de su causa, dando controles erráticos, costosos y con resultados poco satisfactorios para los agricultores, ya que, finalmente, el decaimiento y muerte de los árboles se daban meses o años después (Lynce-Duque, 2011).

Los sistemas de siembra de aguacate utilizados en Colombia son adaptaciones técnicas usadas en zonas templadas, con condiciones de suelo y clima diferentes, o, en el extremo, en ejecuciones tradicionales sin ningún manejo técnico. Las zonas productoras de aguacate en Colombia se encuentran, en su mayoría, en las mismas zonas donde se produce o se produjo Café (*Coffea arabica* L.). Estos suelos presentan densidades aparentes medias de 1 g/cm<sup>3</sup>, los sustratos de la plantas de vivero de 0,6 a 0,8 g/cm<sup>3</sup>, y en las técnicas con baja compactación de la tierra con la que se completan los huecos al momento de la siembra (0,3-0,4 g/cm<sup>3</sup>), hacen que cada sitio se comporte como una maceta o matera, puesto que el agua no puede moverse de los puntos baja densidad a los de alta densidad (Lynce-Duque, 2011).

Esta situación hace que el agua tenga bajo movimiento, que se ocupen los espacios porosos con agua y que la retención de la misma cause un agotamiento del oxígeno disponible para los procesos de la planta, causando la asfixia radicular. Como



Medidas de mitigación de efectos por humedad

consecuencia de este problema, se evidencia desuniformidad de los huertos, alto número de resiembras y altos costos de manejo, dirigido a atacar enfermedades que no son las causantes reales de la muerte de los árboles, sino una consecuencia de problemas de asfixia radicular o de falta de oxígeno en el suelo (Lynce-Duque, 2011).

Los efectos o síntomas de la asfixia radicular siempre se han relacionado a excesos de humedad en la zona de raíces y no a la falta de movimiento del

agua y de oxígeno en el suelo. Por ello, la mayoría de técnicos y agricultores han buscado mitigar el exceso de humedad en el suelo con muy bajos efectos en los árboles, sin cambiar la densidad del suelo que es la causante de la acumulación de humedad.

Es conocido que Colombia se ve afectado permanentemente por los fenómenos de La Niña y El Niño, que tienen ocurrencias erráticas y, con los efectos del cambio climático, cada vez con mayor frecuencia y mayor intensidad.



Medidas de mitigación de efectos por humedad

Colombia, en el fenómeno de La Niña se afecta por un incremento de las lluvias, encontrando promedios de precipitaciones del 20 al 40% más del pronosticado, disminución del brillo solar y la temperatura, comparado con años normales. (Jaramillo-Robledo & Arcila-Pulgarin, Variabilidad Climática en la Zona Cafetera Colombiana Asociada al Evento de La Niña y su Efecto en la Caficultura, 2009).

En estos años, las pérdidas por asfixia radicular son mayores, por alto contenido de humedad y saturación de agua en el suelo.

El fenómeno de El Niño se caracteriza por el incremento de las temperaturas de las aguas superficiales del océano Pacífico en un área de la región ecuatorial, afectando el clima de la zona terrestre con la disminución de las lluvias en algunas zonas y el incremento en otras. Se presenta en forma recurrente cada dos y siete años, y su efecto se da por una deficiencia de la precipitación de entre el 20 y 40% en los volúmenes mensuales (Jaramillo-Robledo & Arcila-Pulgarin, 2009(2)).

Este fenómeno podría clasificarse como contrario al fenómeno de La Niña, en cuanto al volumen de las precipitaciones, con un aumento de temperaturas y del brillo solar, que repercuten en estrés hídrico de las plantas por déficit.

En los últimos años, han sido más frecuentes los fenómenos de La Niña, con un aumento de las precipitaciones en la mayoría de zonas productoras de aguacate: del 30-40% en el total del año y de más del 100% en los meses lluviosos.

Este fenómeno produce, además, la disminución de las temperaturas, aumento de la nubosidad y humedades del suelo más altas de lo normal, incrementando los problemas de asfixia radicular (Lynce-Duque D. S., 2011).

La ocurrencia y entendimiento de la asfixia radicular es de vital importancia para el gremio aguacatero en Colombia. Esta condición se presenta

con frecuencia en la mayoría de los cultivos del país, pero suele diagnosticarse de manera incorrecta, atribuyendo su manejo a los daños colaterales que causa, como infecciones por patógenos y ataques de insectos, sin tener un enfoque claro sobre la verdadera causa que está afectando los árboles.

Es importante entender esta condición, que parte desde un buen material de vivero y que es crucial en el transplante de los árboles en campo, pues de allí derivan todos los problemas asociados y las pérdidas económicas al manejar los síntomas, no las causas, llevando a la muerte de árboles y al aumento del número de resiembras.



# CAPÍTULO 8



# METODOLOGÍA DE ESTABLECIMIENTO DE ÁRBOLES DE AGUACATE PARA COLOMBIA

El aguacate, en comparación con otras especies de frutales, requiere de un manejo en su trasplante a campo diferenciado, que debe buscar eliminar los riesgos de desarrollo de asfixia radicular, la acumulación de agua y otros factores que pueden desencadenar problemas sanitarios más graves, como son el complejo de pudrición radicular, que cada día toma más relevancia con las condiciones climáticas tan cambiantes en nuestro país.

## A. SELECCIÓN DE SITIO DE SIEMBRA

En la elección de terrenos para el establecimiento de cultivos de aguacate, ciertos parámetros son de vital importancia para asegurar la longevidad, la adecuada producción y una baja susceptibilidad a ataques de plagas. Así, los análisis de suelos, los análisis de granulometría (Boyucos), calicatas y pruebas de infiltración son necesarias para asegurar la elección adecuada del terreno o entender las intervenciones que se deben realizar para establecer un cultivo de aguacate.

### ANÁLISIS DE SUELOS

Como medida general, se establece que suelos con porciones de arena superiores al 40% son aptos para el cultivo de aguacate, ya que se deduce que el suelo cuenta con buen drenaje. Algunos autores y técnicos sugieren revisar los contenidos de arcilla para definir la aptitud de un terreno, dando rangos entre el 16-20% de arcillas como adecuados, pero en ocasiones los niveles de limos son tan altos y poco analizados, que al final se encuentra una porción de material grueso tan baja que la limitación del drenaje y aireación es excesiva, siendo suelos no aptos para el cultivo. Estas simples medidas no son suficientes y, en algunos casos, existen otras limitantes en suelos con estas características que generan retención de agua, como compactación, capas endurecidas, cambios bruscos de perfil, entre otros (Lynce-Duque D. S., 2017).

Otro punto importante para tener en cuenta es que, en los análisis de suelo llevados a laboratorio, no se da un reporte de componentes del suelo más gruesos que la arena, como lo son las pequeñas piedras o rocas de tamaño medio, quedando el análisis de suelo relegado a la sola evaluación química y física de las arenas, limos y arcillas, sin tener en cuenta estos componentes que contribuyen a la aireación y drenaje del suelo.

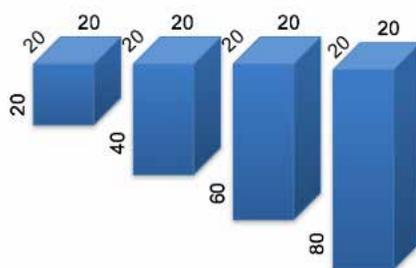
Las muestras para los análisis de suelo deben ser lo más representativas del lote que se quiere evaluar. Si se presentan cambios repentinos o bruscos en condiciones de pendientes, coloración de suelos y otros, los análisis deben ser tomados separadamente para tener claridad de las condiciones del suelo. Como medida general, un mínimo de 30 puntos de muestreo por hectárea es suficiente para tener datos representativos.

### PRUEBAS DE INFILTRACIÓN SIMPLE

Los árboles de aguacate presentan sensibilidad a la inundación en comparación con otros frutales y, en suelos orgánicos con capacidad de retención de agua alta, producen una reducción de la tasa fotosintética neta poco después de presentarse una inundación (Shaffer & Whiley, Environmental Physiology, 2002). Agrios (2005), citado por Lynce-Duque en 2011, señala que “un drenaje pobre o inundación de los suelos de huertos resulta en daños más serios y rápidos, o

la muerte de las plantas, que en suelos con falta de humedad" [...] "un pobre drenaje resulta en pérdida de vigor de las plantas, marchitamiento y un color de hojas verde pálido a amarilloso" [...] y agrega que "como resultado de una excesiva humedad del suelo, causada por inundación o por un pobre drenaje, las raíces fibrosas de las plantas decaen, probablemente porque se reduce el suministro de oxígeno a las raíces".

Es por esto por lo que es importante contar con herramientas que permitan tomar decisiones acertadas sobre la aptitud del suelo para el establecimiento del aguacate. Una de las herramientas básicas y de simple ejecución es la prueba de infiltración. Si bien existen varios tipos de pruebas que se pueden realizar, esta prueba a diferentes profundidades ha demostrado ser una herramienta muy acertada.



— Prueba de infiltración



— Prueba de infiltración

La prueba de infiltración simple consiste en la aplicación de agua a agujeros de área conocida de 20x20 cm a diferentes profundidades, con el cual se extrapola la cantidad de agua aplicada en cada agujero a la equivalente en 1 m<sup>2</sup>. La recomendación es aplicar 2 litros de agua por agujero, equivalentes a 50 mm de precipitación por metro cuadrado.

Esta aplicación de agua se debe hacer a diferentes profundidades: 20, 40, 60 y 80 cm, conservando siempre el mismo ancho del agujero, de 20 cm x 20 cm. Al aplicar el agua, se debe tomar el tiempo que esta tarda en

infiltrarse completamente en cada uno de los agujeros en el suelo hasta quedar completamente seco y sin película de agua.

En esta prueba, resultados satisfactorios se obtienen si la cantidad de agua aplicada se infiltra en un tiempo menor a 3 horas. Este tiempo es el límite máximo en el cual la planta inicia sus procesos de cierre estomático, al reducir y consumir el oxígeno presente en el agua, cuando no se presenta flujo constante de la misma. Ploetz y Schaffer, 1989, citado por (Shaffer & Whiley, Environmental Physiology, 2002), indican que después de cinco días de inundación continua para árboles de aguacate, en un suelo orgánico con alta capacidad de retención de agua, se inhibió casi totalmente la transpiración.

## B. ACLIMATACIÓN DE MATERIAL

Se debe prestar mucha atención al manejo del material de vivero desde el momento de cargarlo en el vivero, su transporte y la llegada al huerto. Siempre se debe recomendar al transportador un manejo muy cuidadoso del material durante todo el recorrido desde el vivero hasta el huerto. El vehículo debe estar cubierto a los lados y en su parte frontal, dejando destapada la parte trasera para evitar deshidratación y quemazón de hojas por el viento, y la apertura por la parte trasera debe permitir el flujo de aire normal a las plantas. Si se deben pasar períodos



Camas para aclimatación

largos bajo el sol —pare y siga o daños en carreteras—, es importante que el transportador realice un riego de los árboles usando agua limpia para evitar daños por deshidratación.

En el huerto se debe tener preparadas camas levantadas para acomodar el material. Nunca se debe acomodar el material en el suelo. Estas camas pueden fabricarse con guadua, pallets, estibas, canastillas o cualquier otro material que los aisle del contacto directo con el suelo y, sobre todo, permita el drenaje del agua. Encima de estos, los árboles se deben acomodar en hileras individuales separadas una de otra por 15-20 cm, para que el material tenga un proceso de adaptación con baja competencia por luz.

El sitio de aclimatación debe tener una fuente de agua limpia disponible para realizar riego a los árboles, ya que la raíz pivotante, al no tener agua, puede generar entorchamientos en la base de la bolsa.

Es conveniente realizar un riego a los árboles una vez se acomoden en el sitio de aclimatación, para limpiar las hojas del polvo u otro elemento que se hubiere adherido en el transporte y para rehidratar las hojas y raíces. Los árboles deben ser regados cada dos días, aplicando una buena cantidad de agua por cada uno en la bolsa, teniendo en cuenta que el consumo diario de agua por árbol es de 300 cc, por lo que, para la aplicación cada dos días, debe aplicarse entre 600 cc y 1 lt de agua por árbol.

El material debe permanecer en las camas por 8-10 días, para que se pueda dar una adaptación a las condiciones climáticas del huerto y estén listos para llevar al sitio definitivo, idealmente cuando estos presenten un nuevo flujo de crecimiento vegetativo.

Antes de la siembra en campo, es recomendable que los tallos de los árboles sean pintados para evitar que el sol pueda quemarlos. Esto se puede hacer con pintura de vinilo blanca (base agua), desde la base del tallo hasta el nivel del injerto.

## C. PREPARACIÓN DE SITIO PARA SIEMBRA

Antes del trasplante, el ingeniero agrónomo, basado en los análisis de suelo y otros medios de evaluación, debe determinar las enmiendas, aplicaciones, adecuaciones y precauciones para el adecuado establecimiento de los árboles en campo.

Tener muy en cuenta que, en caso de requerir aplicación de enmiendas como cales, se debe hacer antes del trasplante. Se debe tener cuidado, dando indicación a los operarios de no aplicarlos en los fondos de los huecos, ya que podría generarse una capa dura y con condiciones químicas diferentes, lo que puede afectar el desarrollo de la planta. Así, la enmienda debe aplicarse a las paredes del hueco, sus alrededores y la tierra retirada de este.

Es muy importante que la tierra que se retira en el ahoyado quede en un punto cercano al hueco de siembra, para que se pueda usar para el llenado del mismo sitio.

## D. TRASPLANTE DE ÁRBOLES A SITIO DEFINITIVO

Las técnicas o metodologías para el establecimiento de cultivos de aguacate en Colombia y en países ubicados en zonas tropicales húmedas, con suelos en su mayoría orgánicos (alta cantidad de materia orgánica), difieren de las adoptadas en otros países. Principalmente, la precipitación, la alta humedad y las condiciones de preparación de suelo llevan a buscar técnicas diferenciadas, en las cuales se debe buscar que el suelo en el que se establece mantenga sus características originales (si son aptos y no requieren de intervención), con el drenaje interno o continuidad de poros como la base para que los árboles, en su ciclo de vida, no expresen daños por asfixia radical.

Como se mencionó en capítulos anteriores, la siembra tradicional de las semillas directamente en el terreno es la mejor alternativa a nivel de longevidad del árbol, pero presenta limitaciones para su ejecución en grandes cantidades y dificultades en cuanto al cuidado en sus etapas iniciales. De allí la importancia de los viveros. Sin embargo, en un sistema de establecimiento o trasplante para

las condiciones tropicales, “con el material de vivero se debe buscar que los árboles se establezcan como se habrían establecido en un sistema de siembra directa”.

Entendiendo este concepto básico, las condiciones deberían ser:

- Usar material de viveros cuyo sustrato sea lo más similar al del suelo en el que se establecerá el cultivo.

---

- Remover la menor cantidad de suelo (si este no presenta limitaciones de drenaje)

---

- Hacer huecos de tamaño pequeño para que no se dé un cambio de estructura del suelo ni se dañe la continuidad de poros.

---

- Ubicar la planta con la semilla a nivel del suelo, para que no se presenten excesos de humedad en el cuello del tallo o nivel de la primera raíz.

---

- Ajustar la densidad del suelo en el hueco adicionando la tierra necesaria para que no se presenten bolsas de aire o densidades menores que puedan hacer un efecto de esponja y retener agua.

Cabe anotar que en suelos con limitaciones como capas endurecidas, mal drenaje y otros, en los que se deben hacer camellones o montículos, la estructura de este suelo ‘fabricado’, se ira ajustando a medida que pasa el tiempo con el efecto de las precipitaciones y compactación natural,

por lo que al final las técnicas de siembra serán iguales a las acá descritas, con el mismo objetivo de longevidad y de reducción de los efectos por la asfixia radical.

## METODOLOGÍA DE TRASPLANTE

Los aguacates se clasifican como cultivos perennes, por ellos, la labor de trasplante del material de vivero en campo es, sin duda alguna, la labor más importante en toda la vida productiva del cultivo, pues de ella depende contar con árboles en buenas condiciones sanitarias, productivas y con una longevidad acorde a su tipo de cultivo.

Por ello, se deja una indicación general de los elementos e insumos requeridos usualmente, así como de la metodología adecuada para el establecimiento en las condiciones de Colombia.

## HERRAMIENTAS E INSUMOS PARA TRASPLANTE

Para el trasplante del material en campo se necesitan como herramientas básicas para cada operario:

- Un cabo de pica (pisador)
- Azadón corto
- Machete o cuchillo afilado (limas).
- Para el manejo de los insumos se necesitará de dos a tres baldes

cosecheros de café amarrados a un palo, para facilitar el movimiento de los sembradores con los insumos de un sitio a otro.



Esta es una indicación general de los insumos requeridos para el trasplante de los árboles en campo. Sin embargo, las recomendaciones de productos deben ser dadas por el ingeniero agrónomo encargado del cultivo.

- Enmienda radicular de acuerdo al requerimiento (Cal Dolomita) 500g/ sitio
- Materia Orgánica Compostada (Humus) 1 Kg/ sitio
- Micorrizas (Micorizar) (>300 esporas/g) 200g/ sitio
- DAP o MAP 100g/ sitio

## PROCEDIMIENTO DE TRASPLANTE

A continuación, se presenta una explicación básica de la metodología de trasplante del material a campo, la cual debe ser evaluada en compañía del ingeniero agrónomo. Con esta, se pretende indicar los pasos para que los árboles tengan el menor grado de susceptibilidad a daños por asfixia radicular.

Todo el material, antes de ser llevado a campo, debe ser muy bien remojado para evitar, al retiro de la bolsa, un daño en el pilón y para disminuir el estrés de trasplante al momento de la siembra. Este riego debe hacerse desde el día anterior en dos pases, para empapar muy bien y esperando a que la tierra esté escurrida.

Es importante recomendar que al huerto solo deben llevarse los árboles que se trasplantaran en el mismo día, para poderlos manejar fácilmente. Se debe recordar que todo el material de vivero de aguacate es sumamente delicado por las características de sus raíces, muy quebradizas, y que, por ello, cada uno debe ser tratado suavemente para evitar cualquier daño irreversible. No se puede descargar fuertemente, y cada material debe levantarse desde la parte baja de la bolsa, por su peso, para evitar que las raíces se quiebren o sufran de algún daño. **Recordar nunca tomar los árboles por los tallos.**

El procedimiento de trasplante es el siguiente:

1. En el sitio de siembra, se debe hacer un plateo con azadón de aproximadamente 1 metro de diámetro en la zona donde se realizó el plateo químico, para retirar las malezas más superficiales para que las raíces puedan desarrollarse libremente. Esta labor puede ser realizada por un operario antes de los sembradores, para los árboles que se trasplantarán el mismo día, **teniendo cuidado de conservar la tierra que se retiró en el ahoyado**, pues esta es parte de la que se utilizara para llenarlo.
2. Hacer el hueco de siembra con una profundidad igual a la altura de la bolsa de vivero, y de ancho, el diámetro de esta, más dos veces el ancho de la herramienta de pisado que se va a utilizar. Este tamaño corresponde aproximadamente a 30-35cm de profundidad por 25-30 cm de diámetro.

La medida puede ajustarse usando una "T" de madera que tenga estas medidas, para que el operario que realiza la labor tenga una guía y no exagere el tamaño de los huecos. Buscar el nivel del suelo o la pendiente con ayuda del pisador (cabo de pica), ubicándolo desde los bordes de la parte superior a la inferior del hueco. Para facilidad de manejo y mejor pisado el hueco debe ser redondo.



Medida de las dimensiones del hueco

Aplicar la tierra necesaria para que la planta llegue a ese nivel, pisando el fondo del hueco con el pisador, asegurándose de que no queden espacios sueltos. Medir cuantas veces sea necesario el nivel hasta alcanzarlo. Este es el pisado más importante, pues está ubicado en el área de más difícil acceso al momento de requerir un repisado de platos de los árboles. Cada capa de tierra suelta aplicada debe ser de máximo 10 cm (medida del dedo), para que al pisarla quede de 2-3 cm y no queden espacios sueltos.

3. Aplicar la enmienda correspondiente según la recomendación del análisis de suelo. Aplicarla a las paredes del hueco, cuidando de no dejar una capa gruesa en el fondo del mismo, en corona bien abierta en el sitio y en la tierra retirada en el ahoyado. Para esta labor, también se puede encargar el mismo operario que realiza el ahoyado y los plateos.



Aplicación de enmienda

4. Limpiar el fondo del hueco de tierra suelta y basuras caídas para evitar dejar un espacio vacío de difícil arreglo luego de la siembra y pisarlo muy bien con ayuda del pisador. Revisar la dureza del suelo después de cada capa pisada, usando un machete, introduciéndolo en el suelo circundante y luego en la capa pisada, para comprobar que la capa pisada quede igual o más dura que la del suelo circundante.



— Prueba de penetración para revisar dureza del suelo

5. Aplicar desde el fondo del hueco en capas delgadas un poco de DAP (10-15 g por capa), para iniciar su aplicación hasta completar 100 g por todo el sitio.

6. Luego de alcanzado el nivel con el pisado del fondo del hueco, se debe retirar la base de la bolsa y cortar las raíces que esta pueda presentar, en un corte parejo sin dejar puntas. Esta labor debe hacerse delicadamente, con un machete o cuchillo con buen filo, llevándolo de adelante hacia

atrás, para que en el corte no queden raíces fibrosas que puedan inducir entorchamientos o brotaciones múltiples. Cortar un poco la bolsa, por un lado, haciendo una línea que no corte raíces.



— Traspaso de la planta al hueco

7. Llevar la planta al centro del hueco en un solo movimiento, sin reacomodarla luego de puesta allí, para que no se maltraten las raíces. Levantar poco a poco la bolsa, para retirarla a medida que se aplican las capas de tierra. Si queda mal acomodada, se debe abrir un poco la pared del hueco con el machete para que el pisador pase fácilmente sin dañar el pilón.

8. Levantar un poco más la bolsa para evitar pisarla con la tierra aplicada para el pisado. A medida que se levanta la bolsa, se debe aplicar pequeñas cantidades de Micorriza hasta completar 200 g/sitio, buscando que quede en contacto siempre con las raíces del árbol y el pilón, untándola en estas.

9. Mezclar con la tierra retirada del hueco Material Orgánico compostado, para aplicarla como mezcla que permita la recuperación de la estructura del suelo. Usar hasta 1 kg de esta para cada sitio, repartiéndola en dos partes: en la tierra retirada del hueco y la faltante para terminar el pisado. Dependiendo del análisis de suelo y la recomendación del ingeniero agrónomo, esta materia orgánica se puede obviar.

10. Aplicar capas delgadas de tierra mezclada con la materia orgánica, de un máximo de 10 cm, medidos con el dedo índice o una medida, para permitir ajustarla bien sin dejar capas sueltas a 2-3cm.

11. Pisar muy bien la capa con ayuda del pisador en un golpe seco y parejo, que ajuste la tierra aplicada a la densidad del suelo circundante. Revisar siempre la dureza del suelo después de cada capa pisada, usando un machete, introduciéndolo en el suelo circundante y luego en la capa pisada, para comprobar que la capa pisada quede igual o más dura que la del suelo circundante.



Para las primeras capas de pisado se debe sostener el árbol para evitar que este se levante, quedando un espacio vacío entre el pilón y la capa pisada más baja del hueco.

**12.** Aplicar con las capas de tierra pequeñas cantidades de **DAP**, hasta completar **100 g** totales por sitio.

**13.** Continuar pisando cada capa de 10 cm cuidadosamente, desde el fondo del hueco, hasta la base del suelo, retirando poco a poco la bolsa y aplicando la Micorriza y DAP, siempre en un golpe seco sin golpear las raíces, solo el suelo de llenado.

**14.** Al llegar al nivel superior cerca de la superficie se debe pisar con buena presión, para que el suelo quede bien apretado. Este pisado debe hacerse con el talón o con el puño, buscando no compactar la capa más superficial de tierra.

**15.** Se debe cubrir con tierra bien pisada hasta máximo 2 cm por encima del nivel de la semilla o la primera raíz, compactándola bien hacia el tallo para que el árbol no quede en el vacío o con movimientos hacia los lados. Si la semilla se suelta de la planta, esta debe retirarse.

**16.** Finalmente, se debe cubrir cada plato con una capa delgada de malezas cortadas, para evitar que por efecto de la lluvia o el viento se pueda perder la tierra superficial al dejar el suelo desnudo.



# BIBLIOGRAFÍA

Bernal E, J. A., Díaz D, C. A., & (Compiladores). (2005). Tecnología para el cultivo de Aguacate. Manua Tecnico 5. Rionegro, Antioquia, Colombia: Corporacion Colombiana de Investigacion Agropecuaria (CORPOICA).

Castro V., M., & Fassio O., M. (2013). Manual Tecnico: Propagación Clonal de Paltos. Valparaiso, Chile: Ediciones Universitarias de Valparaiso.

CORPOHASS. (2024). INFORME SECTORIAL - TRIMESTRE 2 2024 Medellin: CORPOHASS.

Ernst, A. W. (2013). CAPITULO 9. PROPAGACION. En b. Schaffer, B. N. Wolstenholme, & A. W. Whiley, EL AGUACATE. BOTANICA PRODUCCION Y USOS 2ª Ed. (págs. 283-320). Londres: Ediciones Universidad de Valparaiso.

FAO. (10 de 2024). FAOSTAT. Obtenido de FAOSTAT: <https://www.fao.org/faostat/es/#data>

Flolich, E., & Platt, R. (1972). USE OF THE ETIOLATION TECHNIQUE IN ROOTING AVOCADO CUTTINGS. California Avocado Society Yearbook, 55, 97-109.

Frolich, E. (1951). Rooting Guatemalan Avocado Cuttings. California Avocado Society Yearbook, 36, 136-138.

ICA. (27 de Noviembre de 2020). RESOLUCION No. 0780006. Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de viveros y/o huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación para la siembra en el país. Bogota D.C., Colombia.

Jaramillo-Robledo, A., & Arcila-Pulgarin, J. (2009 йил Noviembre). Variabilidad Climatica en la Zona Cafetera Colombiana Asociada al Evento de La Niña y su Efecto en la Caficultura. Avances Tecnicos Cenicafe No. 389, p. 8.

- Lynce-Duque, D. S. (2011). Asfixia Radicular. Estrategias de Manejo en Colombia. Proceedings VII World Avocado Congress 2011 (Actas VII Congreso Mundial del Aguacate 2011) (pág. 13). Cairns, Australia: WAC 2011.
- Lynce-Duque, D. S. (2017). MANEJO TECNOLÓGICO DEL CULTIVO DEL AGUACATE. Bogotá D.C.: ASOHOFRUCOL.
- Lynce-Duque, D. S. (2013). Vivero: Primer paso para el éxito del cultivo del aguacate. Manizales, Caldas, Colombia: Capital Graphic.
- Ramírez G., M., & Al., R. H. (2008). USO Y MANEJO DE BIOFERTILIZANTES EN EL CULTIVO DE LA UCHUVA. Bogotá: Corpoica.
- Ríos Castaño, D., Corrales M., D. M., Daza G., G. J., & Aristizabal G., A. (2005). Aguacate: Variedades y Patrones Importantes Para Colombia. Palmira, Valle del Cauca, Colombia: Feriva.
- Riquelme S., J., & Carrasco J., J. (2006). ALTERNATIVAS DE DESINFECCIÓN DE SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATES EN INVERNADEROS DE COLIN (Vol. 155). Raihuén, Chile: INIA.
- Salazar-García, S. (2002). NUTRICIÓN DEL AGUACATE, PRINCIPIOS Y APLICACIONES. Querétaro, México: INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO - INIFAP.
- Shaffer, B., & Whiley, A. (2002). Environmental Physiology. In A. W. Whiley, B. Schaffer, & B. N. Wolstenholme, Avocado: Botany, Production and Uses (p. 432). CABI Publishing.
- Shaffer, B., Wolstenholme, B., & Whiley, A. (2013). THE AVOCADO - Botany, production and uses 2nd Ed. London: CAB International.
- UC Riverside - College of natural & Agricultural Sciences. (2024). Avocado Variety Database | Avocado Variety Collection. Obtenido de <https://avocado.ucr.edu/avocado-variety-database>

*Todos los derechos reservados. Este documento está protegido por las leyes de derechos de autor y propiedad intelectual. Ninguna parte del contenido puede ser reproducida, distribuida, adaptada o utilizada en cualquier forma o medio, sin la autorización previa y por escrito de Corpohass y de los autores. El uso no autorizado de este material puede constituir una infracción legal sujeta a sanciones civiles y penales.*

---

*Corpohass no se hace responsable de las opiniones ni de la información contenida en este documento. La responsabilidad total y exclusiva sobre su contenido recae en los autores, quienes garantizan que, en caso de incluir información de terceros, cuentan con la debida autorización para su publicación. Asimismo, declaran que no existe conflicto de interés respecto a los resultados de investigaciones de terceros. En consecuencia, los autores asumirán cualquier responsabilidad civil, administrativa o penal derivada de reclamaciones o demandas de terceros, incluyendo, pero no limitado a, infracciones de derechos de autor, propiedad intelectual u otros derechos legales que se deriven de su contribución.*



**AVOCADOS**  
FROM  
**COLOMBIA**

| **corpohass**