

AGROSAVIA

Prácticas de manejo sostenible para el cultivo de aguacate

Arturo Carabalí Muñoz
Liliana Ríos Rojas
Jorge Alonso Bernal Estrada
Álvaro de Jesús Tamayo Vélez
Pablo Julián Tamayo Molano
Ronald Arturo Burbano Díaz
Alexander Rebolledo Roa



GOBERNACIÓN
VALLE DEL CAUCA



Corporación para el Desarrollo Social y Cultural
del Departamento del Valle del Cauca



Sistema General de Regalías



Programa Integral
de Fruticultura

Prácticas de manejo sostenible para el cultivo de aguacate

Arturo Carabalí Muñoz
Liliana Ríos Rojas
Jorge Alonso Bernal Estrada
Álvaro de Jesús Tamayo Vélez
Pablo Julián Tamayo Molano
Ronald Arturo Burbano Díaz
Alexander Rebolledo Roa

Palmira, Colombia 2019

AGROSAVIA

Prácticas de manejo sostenible para el cultivo de aguacate / Arturo Carabalí Muñoz [y otros seis] -- Palmira, (Colombia) : AGROSAVIA, 2019.

56 páginas

Incluye referencias bibliográficas, tablas y fotos

ISBN: 978-958-740-282-7

1. Aguacate 2. *Persea americana* 3. Manejo del cultivo 4. Aplicación de abonos 5. Manejo del suelo 6. Riego 7. Enfermedades de las plantas 8. Valle del Cauca (Colombia)

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
AGROSAVIA

Centro de Investigación Palmira, diagonal a la intersección de la carrera 36A con calle 23, Palmira, Valle del Cauca. Código postal: 763533, Colombia

Esta publicación es un entregable de Agrosavia en el proyecto “Fortalecimiento organizativo, agroempresarial y tecnológico a productores frutícolas en 29 municipios del Valle del Cauca” para nueve especies frutales: aguacate, chontaduro, cítricos, guayaba, lulo, mora, piña, plátano y uva.

Citación sugerida: Carabalí Muñoz, A., Ríos-Rojas L., Bernal Estrada J. Tamayo Vélez A., Tamayo Molano A., Burbano Díaz R. & Rebolledo Roa A. (2019). Prácticas de manejo sostenible para el cultivo de aguacate. Mosquera, Colombia; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). 56 pp

Corporación para el Desarrollo Social y Cultural del Valle del Cauca Corpovalle

Publicado mayo de 2019

ISBN: 978-958-740-282-7

Corrección de estilo: Investigadores autores

Fotografías: Investigadores autores

Ilustraciones: Liliana Ríos Rojas

Diseño y diagramación: Alexander Pereira M. / apereiram@gmail.com

Nota: A partir de mayo de 2018, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria cambió su acrónimo Corpoica por **AGROSAVIA**

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.



https://co.creativecommons.org/?page_id=13



Contenido

Introducción	10
Manejo sostenible del suelo en huertos de aguacate	11
En zonas de ladera	11
En zonas planas	11
Manejo de la fertilización para el cultivo del aguacate	13
Toma de muestras de suelo	13
Toma de muestras foliares	15
Requerimiento nutricional del cultivo de aguacate	16
Momento de la fertilización	22
Deficiencias nutricionales en la planta de aguacate	23
Manejo de la poda en el cultivo de aguacate	25
Herramientas	27
Poda de formación	28
Poda de mantenimiento	31
Poda de renovación, cambio de copa y reconversión	32
Manejo del agua en el cultivo	35
Área a regar	35
Volumen de agua a aplicar	36
Frecuencia de riego	37
Tipo de riego	38
Técnica de riego usando la curva de retención de humedad y Densidad aparente	39
Picudo de la semilla de aguacate (<i>Heilipus lauri</i>)	43
Daño ocasionado por el picudo de la semilla del aguacate	43
Métodos de monitoreo del picudo de la semilla del aguacate	44

Manejo integrado del picudo de la semilla del aguacate	45
Polilla de la semilla de aguacate (<i>Stenoma cantenifer</i>)	46
Daño ocasionado por la polilla de la semilla de aguacate	47
Métodos de monitoreo de la polilla de la semilla de aguacate	48
Manejo integrado de la polilla de la semilla de aguacate	48
Chinche del aguacate (<i>Monalonion velezangeli</i>)	49
Daño ocasionado por el chinche del aguacate	50
Métodos de monitoreo del chinche del aguacate	50
Manejo integrado del chinche del aguacate	50
Reconocimiento y manejo de enfermedades	51
Pudrición causada por <i>Phytophthora cinnamomi</i>	51
Manejo integrado de la pudrición causada por <i>Phytophthora cinnamomi</i>	52
Peca causada por <i>Pseudocercospora purpurea</i>	53
Manejo integrado de la peca causada por <i>Pseudocercospora purpurea</i>	54
Literatura citada	56
Bibliografía	56



Agradecimientos

Los autores agradecemos a la Corporación para el Desarrollo Social y Cultural del Valle del Cauca (Corpovalle); a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA); a los señores Oscar Manzano (Versalles), Harley Gonzalez (Argelia) y Gregorio Garcés (Palmira), quienes participaron del proyecto como agricultores PILO y facilitaron su finca para la ejecución del Plan de vinculación del proyecto y al Sr. Ramiro Tafur Reyes (Ing. Agrónomo, M.Sc.), por sus aportes en la revisión de la cartilla.

Presentación

La presente publicación recopila resultados de investigaciones previamente desarrolladas por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA y otros actores del SNCTA, dirigida a pequeños, medianos y grandes productores, con el objetivo de aportar al cambio técnico en el sistema productivo de aguacate. La cartilla hace parte de los entregables de AGROSAVIA en el proyecto “Fortalecimiento organizativo, agroempresarial y tecnológico a productores frutícolas en 29 municipios del Valle del Cauca”, ejecutado entre junio de 2018 y abril de 2019, para nueve especies frutales: aguacate, chontaduro, cítricos, guayaba, lulo, mora, piña, plátano y uva. Los autores agradecen a la Corporación para el Desarrollo Social y Cultural del Valle - CORPOVALLE, por la cofinanciación en la reproducción impresa del documento.

Introducción

La investigación de Agrosavia en el cultivo del aguacate (*Persea americana*) ha generado oferta tecnológica relacionada principalmente al manejo fitosanitario de enfermedades y plagas cuarentenarias, al manejo del riego, las prácticas de poda y nutrición e identificación y manejo de polinizadores. Esta cartilla consolida la información compartida con los pequeños productores de aguacate del Valle del Cauca, en el Plan de vinculación tecnológica ejecutado en el marco del proyecto “Fortalecimiento organizativo, agroempresarial y tecnológico a productores frutícolas en 29 municipios del Valle del Cauca” durante entre junio de 2018 y abril de 2019. La cartilla reúne las recomendaciones técnicas compartidas con los pequeños productores en un lenguaje sencillo, con técnicas de bajo costo y con énfasis en la conservación de los recursos naturales. Esta información permitirá a los productores acercarse poco a poco al cambio técnico en un cultivo de gran importancia en el país y que avanza en área y posicionamiento en el Valle del Cauca.

Manejo sostenible del suelo en huertos de aguacate

El aguacate ha colonizado las laderas colombianas con mayor intensidad en los últimos diez años. En el Valle del Cauca se cultivan aguacates Verdes, es decir, variedades que mantienen un mismo color antes y después de la maduración y Hass que muestra un tono oscuro cuando está maduro, ambos cultivados en zonas de ladera. En este apartado encontraremos algunas recomendaciones para el manejo del suelo en zonas de ladera enfocadas a disminuir la erosión y en zonas planas para evitar la falta de oxígeno en la zona de raíces. Las recomendaciones aplican al aguacate y a todo tipo de huertos de cultivos perennes.

En zonas de ladera

Mantener una cobertura en el suelo asociada al cultivo es importante en zonas de ladera para prevenir la erosión y retener la humedad. Es importante identificar una cobertura de menor competencia para el cultivo, teniendo como referencia aquella que desarrolla raíces poco profundas, máximo a 10 cm.

Se recomienda que la siembra se realice en curvas a nivel (Figura 1A), con árboles ubicados en tresbolillo, con lo cual se evita la pérdida de suelo en época de lluvias. Si se siembra en el sentido de la pendiente (Figura 1B) el agua arrastra el suelo por los surcos. También, en zonas muy lluviosas se deben hacer canales corta flujo en curvas a nivel.

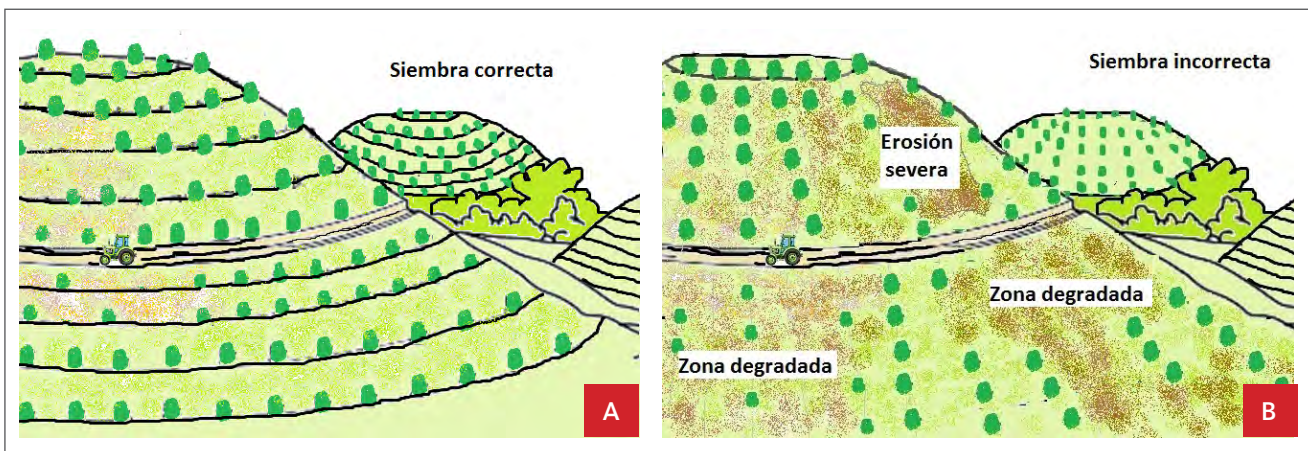


Figura 1. Método de siembra. **A:** Siembra en contra de la pendiente (forma correcta). **B:** Siembra en sentido de la pendiente (forma incorrecta). Diseño imagen: Liliana Ríos Rojas.

En zonas planas

Las raíces del aguacate son muy sensibles a la falta de oxígeno, por lo que no tolera el exceso de agua. Frecuentemente, en zonas planas el nivel del agua subterránea también llamado nivel freático, se encuentra cerca de la superficie del suelo; en estos casos es necesario hacer drenajes que evacúen el agua más allá de la zona de raíces.

El drenaje consiste en una capa de grava de unos 20 cm de grosor que se debe ubicar y enterrar a una profundidad mayor de donde se encuentra la mayor densidad de raíces. Para definir la profundidad de raíces se debe hacer una calicata. Los canales de drenaje se excavan a lo largo de las calles del cultivo para no dañar las raíces y a la profundidad identificada (según las raíces), se agrega la grava y arena. El canal se rellena con suelo, el mismo extraído anteriormente. En forma transversal se debe hacer un canal corta-flujo excavado a mayor profundidad y que tenga la salida del agua fuera del cultivo. Si el agua subterránea es frecuente en la zona de cultivo, será necesario hacer un drenaje cada calle de por medio, pero si es altamente fluctuante, será suficiente cada dos o tres calles (Figura 2). También depende de la textura del suelo, pues en suelos arcillosos los drenajes deben tener menor separación que en suelos arenosos.

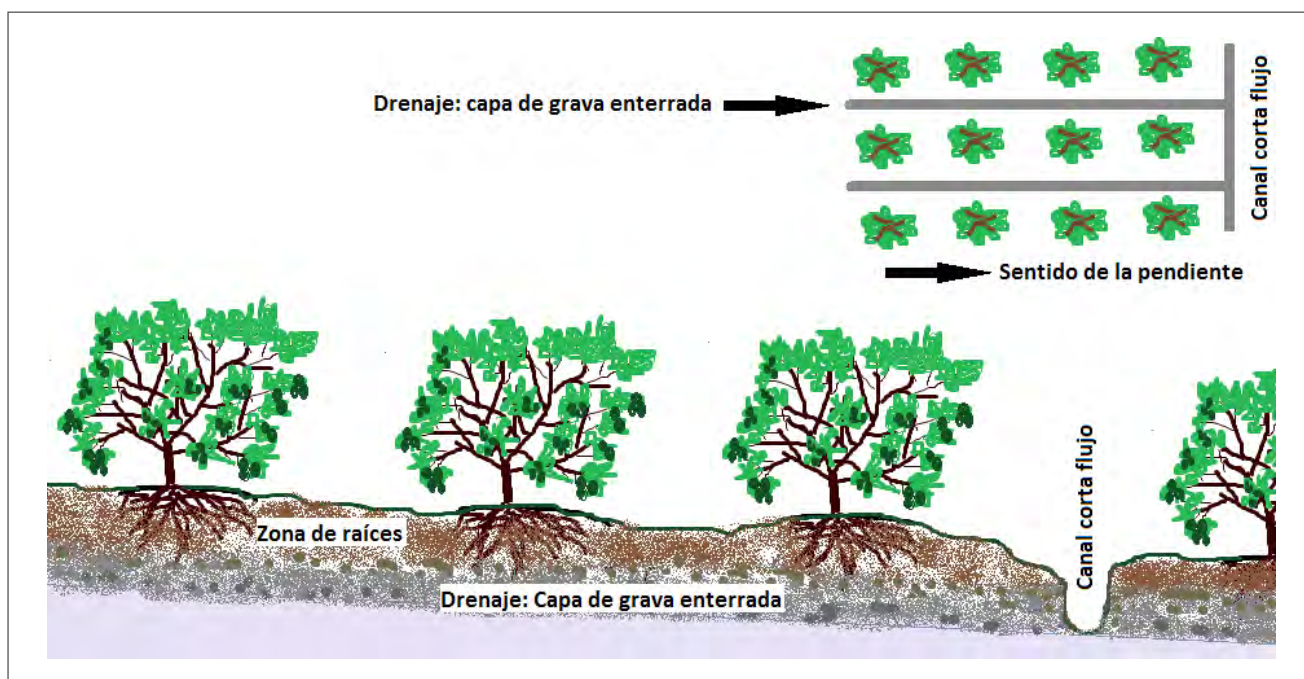


Figura 2. Drenajes en zona plana. Diseño imagen: Liliana Ríos Rojas.

El canal corta flujo podrá estar enterrado o a libre exposición. Es importante recordar que debe tener mayor profundidad que el drenaje de la capa de grava enterrado.

Cuando el cultivo está en período de establecimiento, será más efectivo emplear la técnica de siembra en camellones (Figura 3), esta práctica ayudará a que las raíces tengan una zona definida para su desarrollo, libre de agua estancada y con abundante oxígeno. La siembra en camellones también permite la aplicación localizada del riego y la fertilización.

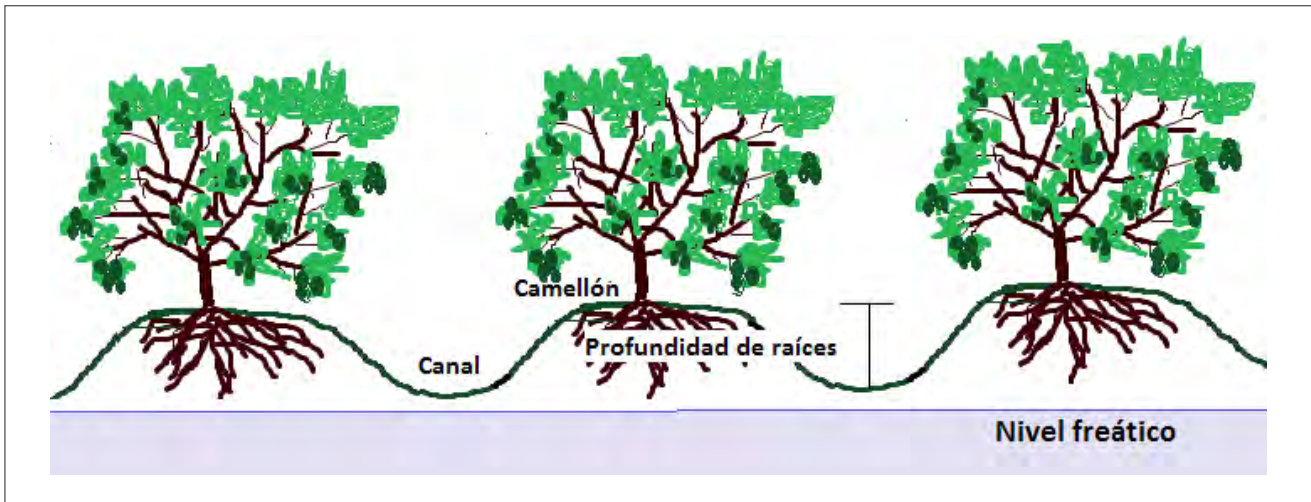


Figura 3. Siembra en camellones en zona plana. Diseño imagen: Liliana Ríos Rojas.

La altura del camellón debe ser igual al tamaño característico de las raíces; asimismo, el ancho del camellón será definido por el área de desarrollo de las raíces y la distancia de siembra. El canal entre camellones será de ayuda para el drenaje de aguas lluvias y para la entrada de oxígeno a la zona de raíces.

Manejo de la fertilización para el cultivo del aguacate

La fertilización adecuada parte de un diagnóstico nutricional en el que se evalúa la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la cantidad de nutrientes que la planta requiere. El análisis da información de la cantidad de nutrientes que tiene el suelo y el requerimiento se toma de un cultivo bien desarrollado y productivo, de forma tal que el plan de fertilización integrada proporcione a la planta lo que al suelo le hace falta.

Al final de la cosecha, se recomienda hacer un análisis foliar (de hojas) con el fin de identificar si la planta ha asimilado los nutrientes o se deben hacer correcciones al plan de fertilización.

Toma de muestras de suelo

En la toma de muestras de suelo para análisis químico se deben tener en cuenta características como: topografía del terreno, color y la textura del suelo, grado de erosión, cobertura vegetal y aplicaciones recientes de fertilizantes o enmiendas. Estos factores permiten diferenciar el número de muestras que se deben tomar, con el fin de que el plan de fertilización sea más acertado. Si el terreno no es uniforme, se debe hacer el muestreo para cada zona, tomando tantas muestras como zonas diferentes se identifiquen (Figura 4).

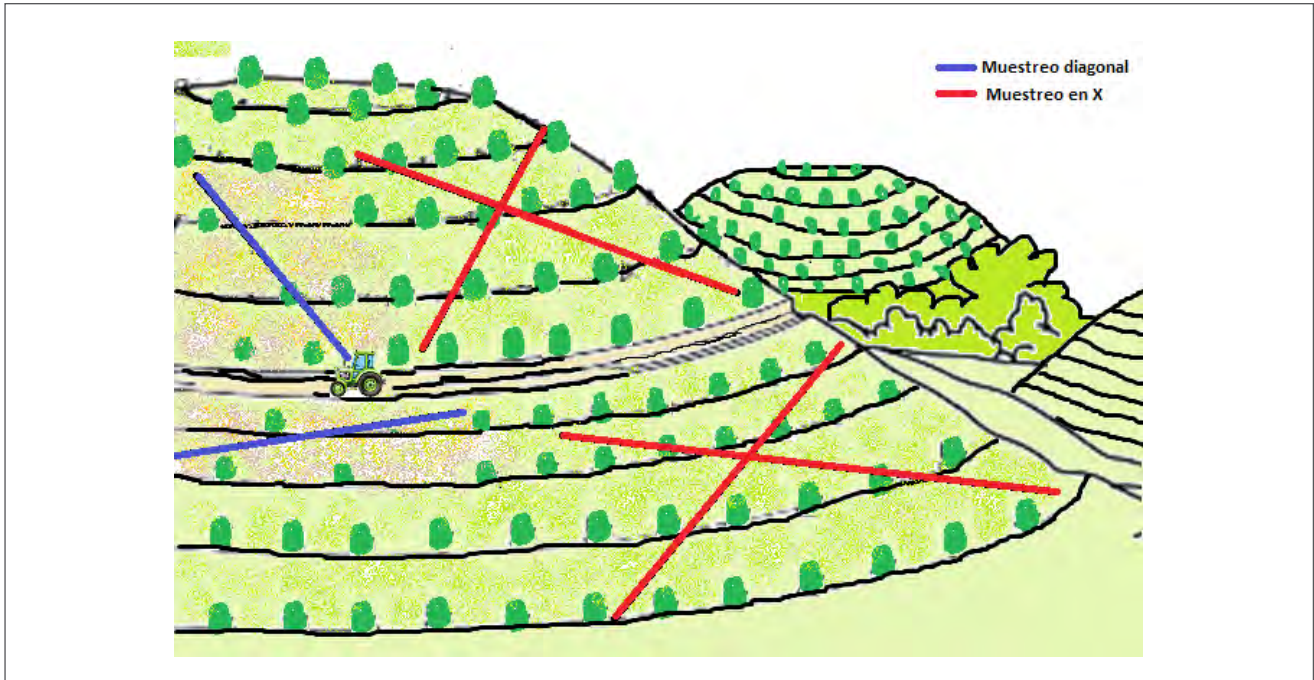


Figura 4. Toma de muestras de suelos. En negro: Recorridos posibles. En rojo y azul: Zonas de muestreo. Diseño imagen: Liliana Ríos Rojas.

El muestreo se puede hacer en trayectos diagonales, en zigzag, en W o en X (Figura 4); en cualquiera de los casos se toman varias submuestras a la profundidad de las raíces, en el tercio medio del plato del árbol (Figura 5). Las muestras se pueden extraer con un palín y se deben mezclar en un recipiente limpio. Al final, se toma una muestra única de 1 kilogramo, que se marca con los datos de la finca, cultivo y agricultor y se envía a un laboratorio certificado para su análisis.



Figura 5. Zona de toma de muestra de suelos. Foto: Jorge Bernal.

Para el muestreo en profundidad, la mejor opción es hacer una calicata (Figura 6), que consiste en una excavación de 1m * 1m * 1m; sin embargo, es suficiente excavar un poco más profundo, a la profundidad de las raíces. En la calicata también se pueden observar limitantes a la penetración de las raíces, como horizontes duros, sales o cambios importantes de color que indiquen problemas químicos del suelo.



Figura 6. Calicata en zona de raíces del árbol de aguacate. Foto: Jorge Bernal, Diseño imagen: Liliana Ríos Rojas.

Toma de muestras foliares

Este muestreo se hace en el mismo lote donde se tomó la muestra de suelos. Se toman 10 hojas maduras (Figura 7A), bien formadas y sanas de la zona media de la copa del árbol (Figuras 7B y 7C), se empacan en bolsas de papel, se marcan con los datos de la finca, cultivo y agricultor, y se envían a un laboratorio certificado para su análisis, se recomienda que este procedimiento sea lo más rápido posible, para evitar deterioro previo al análisis.



Figura 7. Muestreo para análisis foliar. A. Tipo de hojas. B y C. Zona de muestreo. Fotos: Jorge Bernal y Álvaro Tamayo. Diseño imagen: Liliana Ríos Rojas.

Requerimiento nutricional del cultivo de aguacate

El requerimiento nutricional indica la cantidad de cada nutriente que debe contener el suelo para que la planta desarrolle todo su potencial. Este requerimiento se compara con el contenido de nutrientes del suelo que resulta del análisis en un procedimiento conocido como diagnóstico nutricional por índice de balance de nutrientes, que debe realizar un ingeniero agrónomo o un técnico capacitado para interpretar el resultado del análisis de suelo, así como para determinar las dosis de fertilizantes y las fuentes más convenientes según las propiedades del suelo.

La tecnología relacionada está dirigida a productores que decidan hacer un manejo de la fertilización de forma tecnificada, desde la aplicación del índice de balance de nutrientes que requiere tener un análisis de suelos, un análisis foliar y un gran interés en mejorar el uso de los recursos.

Diagnóstico nutricional por índice de balance de nutrientes

Existen diferentes maneras de interpretar los análisis foliares. La técnica del índice de balance de nutrientes (**IBN**) se considera adecuada porque contempla, por un lado, un valor estándar (**S**) o valor óptimo del contenido de cada nutriente requerido para obtener altos rendimientos y, por otro lado, qué tan variable es el contenido de cada elemento en cada uno de los árboles seleccionados para el muestreo (**CV**). Con esta herramienta del índice de balance de nutrientes se busca comparar el estado nutricional de los árboles en fincas de productores (**X**) del departamento del Valle, con los niveles óptimos de concentración de nutrientes que debe contener un cultivo para alcanzar rendimientos de 20 t/ha. En la tabla 1, se presentan los valores óptimos (**S**) y su variación (**CV**) necesarios para obtener estos rendimientos.

Tabla 1. Valores estándar (S) y coeficientes de variación (CV) utilizados para calcular los Índices de Balance de Nutrientes para el cultivo de aguacate con un rendimiento de 20 t/ha. Fuente: relacionadas en la tabla.

Nutriente	S	Referencia	CV (%)	Referencia
N (%)	2,35	Palacios (1986)	10,9	Palacios (1986)
P (%)	0,14	Palacios (1986)	11,1	Palacios (1986)
K (%)	1,37	Embleton y Jones (1966)	15,9	Palacios (1986)
Ca (%)	1,86	Palacios (1986)	17,6	Palacios (1986)
Mg (%)	0,58	Palacios (1986)	15,7	Palacios (1986)
S (%)	0,4	Embleton y Jones (1966)	11	Presente trabajo
Fe (ppm)	91	Palacios (1986)	38,9	Palacios (1986)
Cu (ppm)	10	Embleton y Jones (1966)	70,4	Presente trabajo
Mn (ppm)	240	Palacios (1986)	38,9	Palacios (1986)
Zn (ppm)	27	Palacios (1986)	32,8	Palacios (1986)
B (ppm)	75	Embleton y Jones (1966)	49,3	Presente trabajo
Na (ppm)	296	Palacios (1986)	13,1	Palacios (1986)
Cl (%)	0,25	Embleton y Jones (1966)	96,3	Presente trabajo

Niveles adaptados de estudios realizados por Goodall et al. (1965) en hojas completas (lámina + pecíolo), sanas, de cinco a siete meses de edad, de la parte media de brotes terminales de primavera y sin fructificar, de árboles de aguacate “Fuerte”.

Una vez se conoce el estado nutricional de un cultivo (X) a través de los resultados de los análisis de tejidos, los cálculos se hacen de la siguiente manera:

Ecuación 1: Si el valor reportado en el análisis de tejidos (X) es menor que el valor requerido para obtener rendimientos de 20 t/ha,

$$B = P + I$$

Ecuación 2: Si el valor reportado en el análisis de tejidos (X) es mayor que el valor requerido para obtener rendimientos de 20 t/ha,

$$B = P - I$$

Donde: B: Balance de Nutrientes
 P: Porcentaje del Valor óptimo
 I: Influencia de la variación

El valor de P se calcula de la siguiente forma:

$$P = \left(\frac{X}{S}\right) \times 100$$

Donde: X: Valor de cada nutriente reportado en el análisis de tejidos
 S: Valor estándar u óptimo requerido para obtener rendimientos de 20 t/ha

El valor de I se calcula de la siguiente forma:

$$I = (100 - P) * \left(\frac{CV}{100}\right)$$

Donde: P: Porcentaje del valor óptimo

CV: variación del estándar u óptimo, requerido para obtener rendimientos de 20 t/ha

A continuación, se desarrollan dos ejemplos para la interpretación del análisis de tejidos, con el fin de conocer en qué momento aplicar la ecuación 1 o 2.

Ejemplo 1: **Fósforo**. Si el valor reportado en el laboratorio (X) es menor que el valor estándar (S):

1. Valor reportado por el laboratorio (X) para fósforo: 0,08 %.
2. Valor estándar (S) para fósforo (Tabla 1): 0,14 %.
3. Coeficiente de Variación (CV) (Tabla 1): 11,1 %.

Como el valor reportado por el laboratorio (0,08 %) es menor que el valor estándar (0,14 %) entonces, se debe usar la ecuación 1, así:

$$B = P + I$$

$$P = \left(\frac{X}{S}\right) * 100$$

$$P = \left(\frac{0,08}{0,14}\right) * 100 = 57,14$$

$$I = (100 - P) * \left(\frac{CV}{100}\right)$$

$$I = (100 - 57,14) * \left(\frac{11,1}{100}\right) = 42,86 * 0,111 = 4,76$$

$$B = 57,14 + 4,76 = 61,9$$

Ejemplo 2: **Nitrógeno**. Si el valor reportado en el laboratorio (X) es mayor que el valor estándar:

1. Valor reportado por el laboratorio (X) para Nitrógeno: 2,9 %.
2. Valor estándar (S) para Nitrógeno (Tabla 1): 2,35 %.
3. Coeficiente de Variación (CV) (Tabla 1): 10,9 %.

Como el valor reportado por el laboratorio (2,9 %) es mayor que el valor estándar (2,35 %) entonces, se debe usar la Formula 2, así:

$$B = P - I$$

$$P = \left(\frac{X}{S}\right) * 100$$

$$P = \left(\frac{2,9}{2,35}\right) * 100 = 123,4$$

$$I = (P - 100) * \left(\frac{CV}{100}\right)$$

$$I = (123,4 - 100) * \left(\frac{10,9}{100}\right) = 23,4 * 0,109 = 2,55$$

$$B = 123,4 - 2,55 = 120,85$$

Luego de encontrar los valores de índice de balance (B), se debe comparar este valor con los rangos nutricionales de las hojas de aguacate presentados en la tabla 2.

Tabla 2. Rangos de los contenidos nutricionales (%) en hojas de aguacate. Fuente: Kenworthy (1973).

Escasez	Debajo de lo normal	Normal	Arriba de lo normal	Exceso
15 – 48 %	> 49 – 83 %	> 83 - 117 %	> 117 - 151 %	> 151 - 185 %

El resultado obtenido para fósforo en el ejemplo 1 dio un valor de **61,9 %**. Si ubicamos este valor dentro de los rangos de la tabla 2 propuestos por Kenworthy, este elemento se encontraría en una condición por **debajo de lo normal**. Para este caso, es necesario revisar el contenido de este elemento a nivel del suelo, las fuentes de fertilizantes que se estén usando dentro del plan de fertilización y las condiciones específicas del suelo que puedan estar afectando su retención y baja disponibilidad para la planta. Para el nitrógeno, el resultado obtenido en el ejemplo 2, dio un valor de 120,85% que para este caso se encontraría arriba de lo normal.

Una vez se tenga identificados los nutrientes que requieren ser ajustados en el suelo, **teniendo en cuenta una condición de escasez o por debajo de lo normal**, se hacen los cálculos de la necesidad de fertilización utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 3:

$$NF = \left(\frac{CRPC - CPS}{EA} \right) * 100$$

Donde:

NF = Necesidad de fertilización.

CRPC = Cantidad requerida por el cultivo.

CPS= Cantidad presente en el suelo.

EA= Eficiencia de la aplicación.

Ejemplo. Para que sea posible aplicar la fórmula de necesidad de fertilizante es necesario conocer el aporte de nutrientes del suelo por medio de un análisis químico de suelo. Por ejemplo, para el cálculo de las necesidades de P, y bajo la idea de que en el análisis de suelos el contenido es de 2,23 mg/kg para una profundidad de 0 a 45 cm, a partir de este valor se hace el cálculo del contenido para una hectárea:

Si en 1.000.000 de Kilogramos de suelo hay 2,23Kg de P, ¿cuánto hay en una hectárea que pesa 2.340.000 Kilogramos de suelo? Este cálculo se hace con una regla de tres simple:

$$1.000.000 \text{ Kg suelo} \rightarrow 2,23 \text{ Kg de P}$$

$$2.340.000 \frac{\text{Kg de suelo}}{\text{ha}} \rightarrow X$$

$$X = 5,22 \frac{\text{Kg de P}}{\text{ha}}$$

El peso de la hectárea de 2.340.000 Kg se obtiene de multiplicar la profundidad del suelo, es decir la profundidad a la que se hizo el muestreo para el análisis, en este caso es de 45 cm por una hectárea 10.000 m² y por la densidad aparente (Da) para este caso se asumió una Da de 0,52 g/cm³.

Con el valor obtenido de la cantidad de P presente en el suelo 5,22 kg de P/ha, se tienen los valores requeridos para despejar la ecuación 3.

NF = Necesidad de fertilización.

CRPC = Cantidad requerida por el cultivo 22,08 kg/ha, que corresponde al valor extraído para una cosecha de 10 t/ha.

CPS = Cantidad presente en el suelo 5,22 kg de P/ha.

EA = Eficiencia de la aplicación 10%, correspondiente a la eficiencia del fertilizante de Fósforo.

$$NF = \left(\frac{22,08 - 5,22}{10} \right) * 100 = 168,6 \text{ kg P/ha}$$

Con los contenidos de P presentes en el suelo y en la planta, y teniendo en cuenta la cantidad extraída por una cosecha, solo se necesita aportar 168,6 kg de P. Este valor corresponde a la forma elemental del elemento, pero debe expresarse en su forma oxidada y para ello, se multiplica por un factor, que para este caso es 2,29:

$$\text{Aporte de P} = 168,6 \text{ kg} * 2,29 = 386,1 \text{ kg de P}_2\text{O}_4 / \text{ha}$$

De acuerdo con el ejemplo 1, que expresa la cantidad de nutrientes presentes en la planta basados en el IBN, el P arrojó una condición por debajo de lo normal. Teniendo en cuenta que la cantidad requerida por el cultivo (22,08 kg/ha), supera la cantidad presente en el suelo (5,22 kg/ha), se aplica el 100% del fertilizante calculado (386,1 kg de P₂O₄/ha).

Momento de la fertilización

Se han identificado cuatro etapas de desarrollo en el cultivo de aguacate, claves para orientar la fertilización (Figura 8).



Después de finalizar la cosecha, se debe suministrar a las plantas los nutrientes extraídos por los frutos



Durante el desarrollo floral, esto ocurre después de tres meses finalizada la cosecha



Primera fase de crecimiento del fruto, tres meses después de la floración



Llenado final de los frutos tres meses después de la primera fase de crecimiento del fruto

Figura 8. Estados fenológicos importantes para la fertilización de aguacate. Fotos: Alexander Rebolledo.

Deficiencias nutricionales en la planta de aguacate



Nitrógeno: crecimiento reducido y desarrollo de la planta sin ramas. Hojas pálidas y deformadas. Raíces finas y largas. Inflorescencia sin hojas acompañantes.

Figura 9. Deficiencia de Nitrógeno. Foto: Álvaro Tamayo.



Potasio: Manchas marrón-rojizas que inician en los bordes de las hojas avanzan hacia las nervaduras y luego afectan los pecíolos, hasta finalmente cubrir toda la hoja.

Figura 10. Deficiencia de Potasio. Foto: Álvaro Tamayo.



Calcio: Crecimiento de ramas reducido, abundancia de hojas, entrenudos cortos, clorosis en la hoja.

Figura 11. Deficiencia de Calcio. Foto: Álvaro Tamayo.



Magnesio: Un síntoma característico es una clorosis intervenal, que se presenta cerca de las nervaduras y progresa hacia los bordes de las hojas.

Figura 12. Deficiencia de Magnesio. Foto: Álvaro Tamayo.



Boro: Deformación del fruto. Desarrollo distorsionado de la lámina de la hoja. Crecimiento curvado de peciolo y brotes.

Figura 13. Deficiencia de Boro. Fotos: Salazar-García, 2002.



Manganeso: Clorosis que va desde la base de la hoja hasta las nervaduras. Se observa una banda estrecha amarilla y el resto verde.

Figura 14. Deficiencia de Manganeso. Foto: Álvaro Tamayo.



Hierro: Color verde pálido en las hojas jóvenes. Las nervaduras conservan su coloración verde normal en las hojas maduras, pero en etapas avanzadas, las hojas se tornan cloróticas.

Figura 15. Deficiencia de Hierro. Foto: Álvaro Tamayo.



Zinc: Clorosis en hojas jóvenes, incapaces de alcanzar el tamaño normal. Ramas terminales con entrenudos cortos. Las rosetas terminales son cloróticas, mientras que el resto del árbol es de color normal. Frutos con crecimiento reducido y de forma redondeada.

Figura 16. Deficiencia de Zinc. Foto: Salazar-García, 2002.

Azufre: Clorosis en las hojas nuevas, tanto en el limbo como en el pecíolo, bastante marcada hacia los extremos de las hojas.

Cobre: Los extremos de las hojas presentan necrosis y se enroscan; después, las hojas caen rápidamente, por ello, las extremidades de las ramas quedan desnudas.

Manejo de la poda en el cultivo de aguacate

La poda en el cultivo de aguacate permite un desarrollo armónico y bien equilibrado del árbol, una adecuada aireación en la copa, suficiente entrada de luz solar al interior del follaje y la cómoda ejecución de las labores culturales.

La poda genera un equilibrio productivo del árbol entre cada etapa de desarrollo (Figura 17), es necesario tener en cuenta que el rendimiento en el cultivo de aguacate depende de la cantidad de hojas disponibles para el desarrollo del fruto. Se reporta que se requieren aproximadamente 50 hojas para el llenado de un aguacate.

También es necesario una adecuada cantidad de ramas productivas; si éstas son podadas, aumentará el crecimiento de hojas. En el aguacate, las inflorescencias se producen en las ramas terminales, por lo cual la estructura a podar es fácilmente identificada.



Figura 17. Resultado productivo con una poda equilibrada. Foto: Jorge Bernal.

La copa del árbol debe ser equitativa alrededor del tallo, aireada y vigorosa. La ubicación de las ramas debe facilitar las labores culturales, proteger del viento y de la acción directa de los rayos solares, ya que el árbol puede sufrir por el golpe de sol en ramas y frutos. La falta de poda genera que los frutos al interior de la copa se presenten en diferentes grados de madurez y tamaños, condición no deseada.

Algunas plagas, como los chupadores de frutos, se ven favorecidos cuando el cultivo se “embosca” es decir, presenta un follaje excesivo, debido a que ocasiona zonas sombrías que favorecen el hábito de crecimiento de la plaga.

La poda de producción permite equilibrar el árbol y dejar el número adecuado de ramas que cumplan con la cantidad de hojas necesarias para el llenado de fruto, esta práctica evita la alternancia productiva, es decir, que haya años de gran producción, seguidos de otros de poca producción (Figura 18).



Figura 18. Excesiva floración en árboles de aguacate induce alternancia productiva. Foto: Jorge Bernal.

La poda en plantas de aguacate depende de la densidad de siembra; cultivos con alta densidad requieren podas continuas para mejorar la entrada de rayos solares, mientras que en cultivos con menores densidades se busca disminuir la competencia por luz, lo que supone un menor uso de esta práctica.

En general, árboles intensamente podados producen menos que los no podados, por lo cual se debe buscar un punto medio. No existe una medida estándar para realizar la poda, pues cada planta es un caso diferente.

La poda se debe hacer en las primeras horas de la mañana, para reducir el estrés sobre la planta. En general, las podas deben realizarse en épocas de buena disponibilidad hídrica, pues si se realizan en épocas secas pueden tener un efecto negativo en el árbol causando deshidrataciones severas e incluso su muerte.

Herramientas

Se deben usar herramientas, tijeras o navajas con buen filo (Figura 19); los cortes deben ser limpios y en bisel, teniendo cuidado de no magullar la corteza.

Es necesario desinfectar las herramientas al pasar de una planta a otra; para este procedimiento se pueden emplear soluciones a base de hipoclorito de sodio o soluciones a base de yodo, en concentración al 5%. Se recomienda usar dos herramientas: una que permanece sumergida en el desinfectante y otra con la que se realiza la labor de poda, las cuales se intercambian a medida que se cambia de planta.

Para prevenir la entrada de enfermedades a la planta por las heridas hechas durante la poda, se sugiere aplicar un fungicida, en dosis de 3,0 g/L— dirigido a los cortes de las plantas podadas.



Figura 19. Herramientas para una correcta poda en aguacate. Fuente: <https://arbolesfrutales.org/como-podar-de-arboles-frutales/>

Cuando el grosor de la rama cortada supera 1 cm, se recomienda aplicar sobre la herida una pasta cicatrizante, que se puede hacer mediante la mezcla de un insecticida, un fungicida y un sellante. También se puede usar pintura a base de agua para cubrir los cortes después de la poda.

Poda de formación

La poda de formación consiste en cortar ramas para dirigir el crecimiento, de forma que se estimule la brotación de ramas nuevas y se dé una estructura equilibrada a la planta para potencializar su área productiva.

Desde que la planta está en el vivero, así como en los primeros años de establecimiento del cultivo, es necesario realizar la poda de brotes o chupones (**el deschupone**) que crecen por debajo de la zona del injerto, ya que estos son más vigorosos que la copa o variedad injertada y, en caso de no eliminarlos, terminarán creciendo a un ritmo mayor que la copa, a la que finalmente eliminarán por competencia. El deschupone consiste en remover manualmente los brotes cuando están jóvenes.

Los árboles de aguacate por resultar de un proceso de injertación tienen un crecimiento desordenado y en forma lateral. Se deben recortar las ramas que están dirigidas hacia abajo o cerca del suelo, para evitar problemas de enfermedades. El resto del árbol se deja a libre desarrollo o se despunta en caso de presentar chupones con marcado crecimiento.

El aguacate se desarrolla mejor cuando se deja crecer en libertad, de forma que **la poda de formación solo se debe limitar a pequeñas modificaciones las más indispensables y cuidadosamente elegidas.**

Es frecuente que el árbol crezca sin ramificaciones, generando un solo tronco elevado, en este caso se debe cortar esta rama a una altura conveniente, aproximadamente 60 cm del suelo, para conseguir una ramificación oportuna.

La arquitectura ideal del árbol se basa en un tronco principal y cuatro tallos distribuidos equitativamente alrededor de la copa. Cada tallo se comporta como un árbol individual dentro del mismo árbol, por lo que se deja un espacio central que permita la entrada de luz a toda la copa desde su base (Figura 20). La selección de ejes principales se realiza a partir de los tres meses después del trasplante en campo.

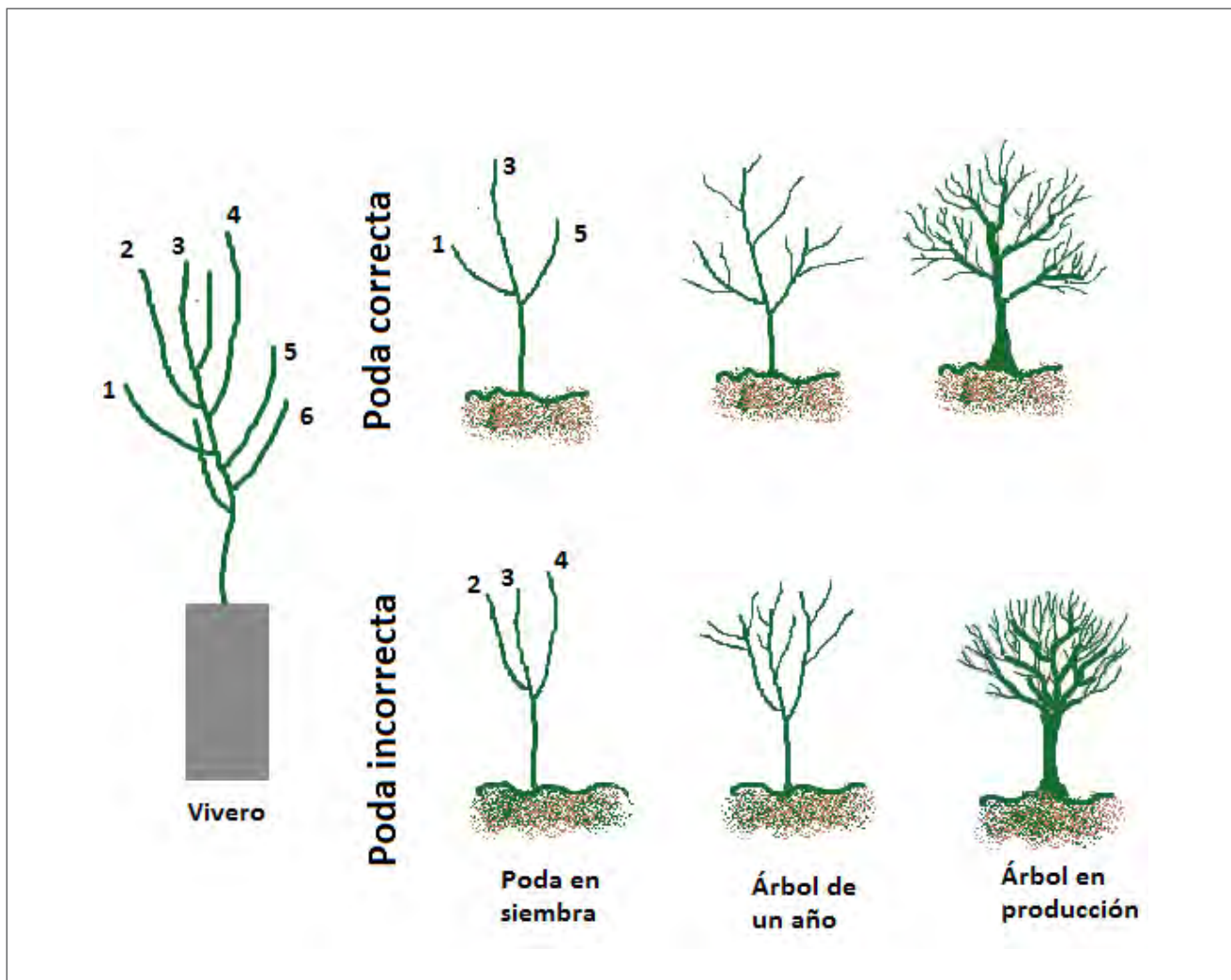


Figura 20. Poda de formación. Fuente: Adaptado de <https://arbolesfrutales.org/como-podar-de-arboles-frutales/>

La mayor capacidad productiva de un árbol está en la parte media baja; si la entrada natural de luz es la adecuada, estas ramas se mantendrán productivas, por lo que se debe evitar que una plantación se cierre y que la altura del huerto sobrepase el 70% de la distancia entre calles.

Cuando el material injertado corresponda mínimo al 60% de la planta, se debe despuntar el 25% de ésta para romper la dominancia apical. La edad para realizar esta poda dependerá de la altura del injerto. A los 6 meses se hace una selección preliminar de ramas, de forma que se dejen de 3 a 5, sin que se sobrepongan; en este caso, la rama más baja debe quedar a 30 cm del suelo. Cumplidos los siguientes 6 meses, se realiza la selección definitiva de las ramas estructurales del árbol. Un árbol podado se induce prematuramente para iniciar producción.

Para las podas de formación en **cultivos comerciales de aguacate cv. Hass** se prefiere dejar un brote líder central en los árboles hasta los dos años, y cuando el árbol tenga 2,5 m de altura se despuntan para eliminar el crecimiento apical al menos a una altura de 50 cm por debajo del brote terminal y de un anillo de yemas latentes que poseen estas ramas (Figura 21).



Figura 21. Poda de formación. Fotos: Jorge Bernal y Francisco Gardiazabal.

Poda de mantenimiento

Generalmente la poda de mantenimiento se realiza después de la cosecha principal y consiste en la eliminación de las ramas enfermas, afectadas por insectos o muertas, y brotes improductivos o chupones que nacen dentro de la copa y compiten por nutrientes y luz. Además, se eliminan ramas que ya produjeron, que podrían ser foco de patógenos y afectar partes vitales del árbol, incluyendo los frutos. **La poda debe buscar modificar, en lo posible, el crecimiento irregular del árbol** (Figura 22).

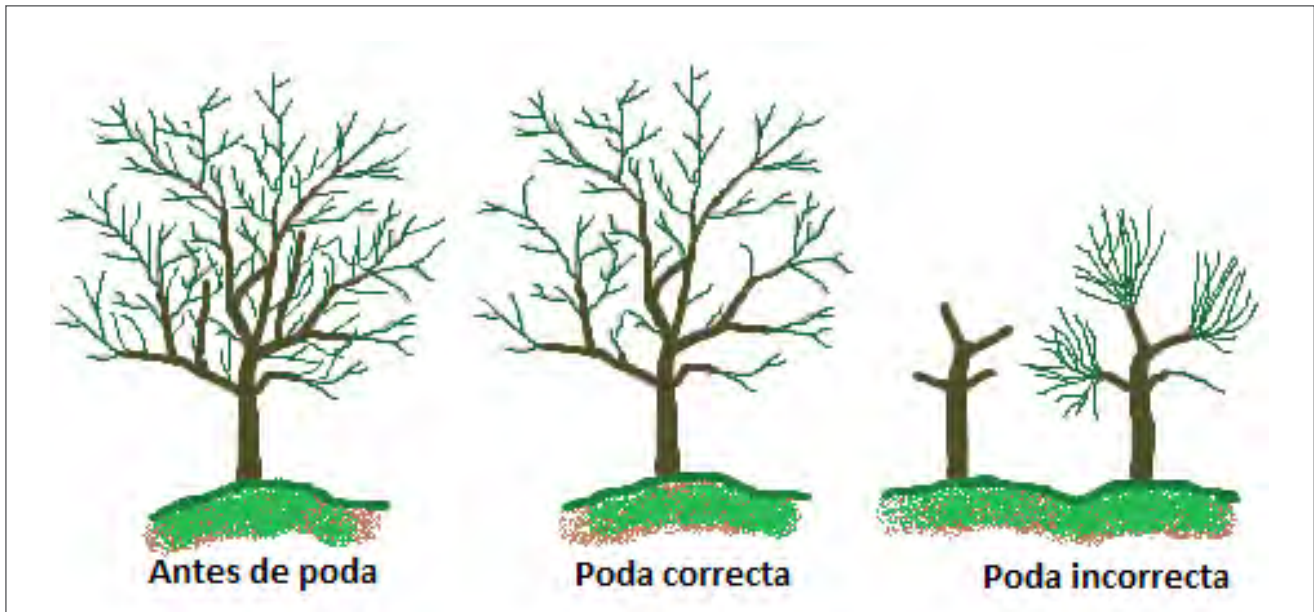


Figura 22. Forma correcta de hacer la poda de mantenimiento. Fuente: adaptado de <https://arbolesfrutales.org/como-podar-de-arboles-frutales/>

La poda de descope es una técnica ligera y frecuente en árboles en producción, que se realiza para evitar el auto sombreado dentro del cultivo. Consiste en retirar la parte terminal de los árboles, ya que lo recomendable es que un árbol no supere en altura el 70% de la distancia entre plantas, es decir, árboles sembrados a 7 m entre surcos deben mantenerse en una altura inferior a los 4,9 m (Figura 23).



Figura 23. Poda de descope. Fotos: Jorge Bernal y Francisco Gardiazábal.

Con el fin de que los árboles logren lo antes posible un porte adecuado para la producción que se da aproximadamente entre el tercer y el cuarto año, y que la fruta alcance un buen llenado, se recomienda eliminar manualmente los racimos florales que aparezcan durante el primer año de siembra. Esta operación es laboriosa y consiste en eliminar la inflorescencia sin retirar el brote vegetativo central, que es el que dará origen al crecimiento de la estructura vegetal del árbol (Figura 24).



Figura 24. Inflorescencias en árboles jóvenes de aguacate que deben eliminarse de forma manual. Foto: Jorge Bernal.

Poda de renovación, cambio de copa y reconversión

Cuando se tienen árboles poco productivos, de un material de baja calidad comercial o que no satisfacen las necesidades del mercado, se puede cambiar de copa; es decir, se puede realizar una poda de renovación, que consiste en el corte de las ramas que forman la copa para estimular la formación de una nueva o para renovarla por medio de injertos.

La poda de renovación debe realizarse gradualmente para no afectar en forma severa la producción. Se pueden eliminar las ramas principales, dejando solo el tronco de 1,5 m de altura; después se permite que el árbol se renueve mediante la realización de podas laterales de solo el 50% del árbol (Figura 25). Esta tarea se hace intercalada entre surcos —un surco sí y otro no—, con lo cual la producción se alterna en el huerto.

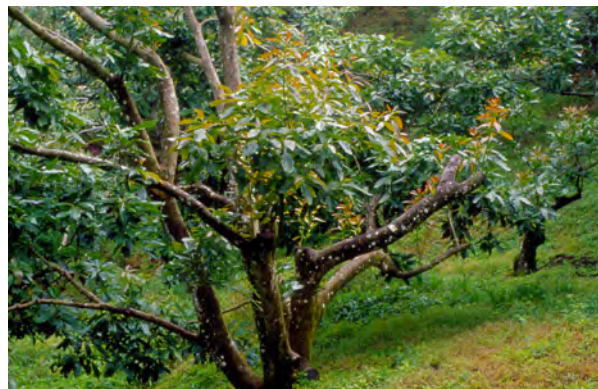


Figura 25. Poda de renovación gradual. Foto: Jorge Bernal.

Existe una modificación a la poda de renovación denominada “poda de reconversión”, que consiste en podar los troncos de los árboles a una altura aproximada de 1,5 m, surco de por medio y, posteriormente, realizar injertos en corona con la variedad deseada (Figura 26). Esta práctica se realiza en cultivos de edad avanzada, con frecuencia establecidos a bajas densidades, de 10m x 10 m, 100 árboles/ha o 12m x 12 m, 70 árboles/ha. En estos casos, la poda de reconversión se aprovecha para incrementar la densidad de siembra, mediante el establecimiento en el surco de un árbol más entre los árboles podados; de esta manera, el huerto queda a una distancia de 5m x 10 m con 200 árboles/ha o 6m x 12 m 140 con árboles/ha.



Figura 26. Poda de reconversión en árboles adultos de aguacate. **A:** Corte de tronco principal e injerto de corona o corteza, con yemas de la variedad deseada. **B.** Amarre de los injertos con cinta flexible. **C.** Sellado de la parte expuesta en la injertación. **D.** Tutorado de los brotes. **E.** Crecimiento de los brotes. **F.** Resultado final de la poda de reconversión. Fotos: Jorge Bernal.



Manejo del agua en el cultivo

En el cultivo de aguacate se debe mantener un adecuado nivel de humedad en el suelo para evitar la caída de flores, mejorar el cuajado, llenado del fruto y tamaño. Lo primero es conocer cuánta agua es capaz de retener el suelo.

Área a regar

Se debe definir la zona del árbol donde se va a regar, es decir el área de raíces, que comúnmente se llama plato. También se debe identificar a qué profundidad están las raíces. Para ello se excava una calicata al lado de árbol, una calicata es un agujero de 1 metro de lado x 1 metro de profundidad (Figura 27).

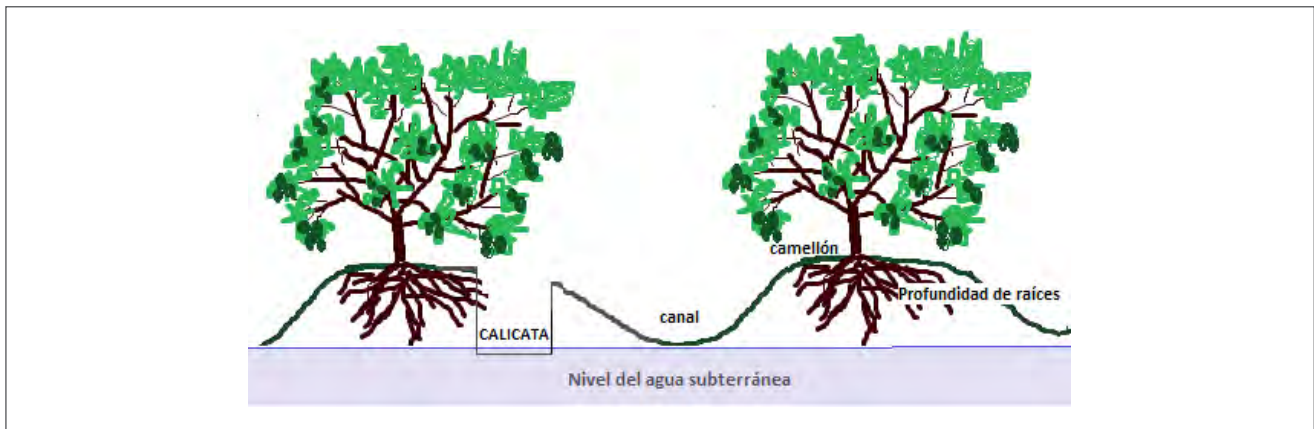


Figura 27. Ubicación de la calicata. Diseño Imagen: Liliana Ríos Rojas.

Dentro de la calicata, se pueden observar problemas que están afectando el desarrollo de las raíces o la permanencia del agua en el suelo: capas duras o con sales, capas arenosas o con gravas, esto afecta el almacenamiento del agua en el suelo. También se puede ver si el agua subterránea está cerca de las raíces. Sí es así, se deben hacer drenajes más profundos que la zona de raíces.

El agua de riego debe mojar todo el plato y penetrar hasta donde están las raíces (Figura 28).

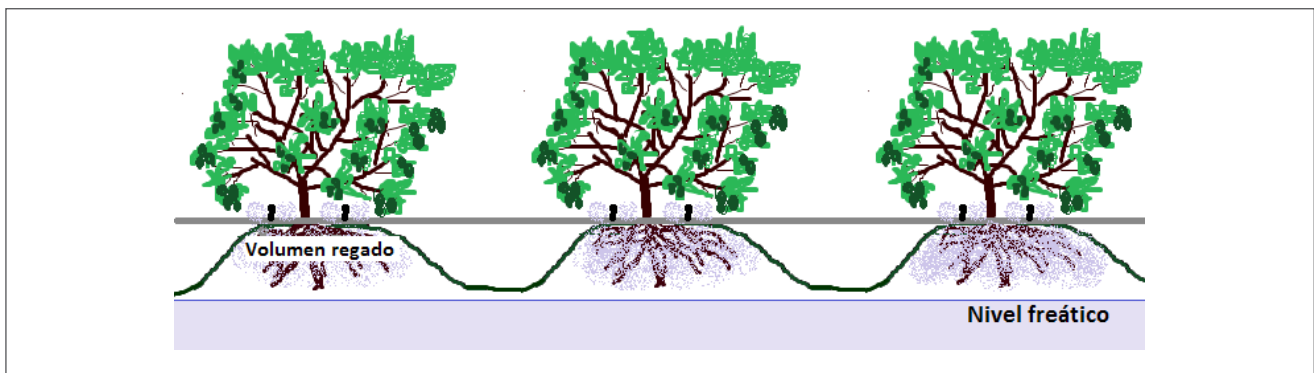


Figura 28. Volumen de raíces. Diseño imagen: Liliana Ríos Rojas.

Cuando el suelo se riega bien, una parte de la zona de raíces es agua, el otro aire y la otra es parte sólida o lo que se denomina tierra. Cuando el agua está en la cantidad ideal en el suelo, técnicamente se llama capacidad de campo (CC).

Para regar toda la zona de plato, se debe hacer un anillo con una manguera e insertarle los emisores, es decir los goteros o microaspersores necesarios para que cubran toda el área de raíces. Para lograrlo se debe poner a regar un emisor y dejarlo funcionar por una hora. Después se mide el área que se mojó. Con esta área se determina el número de goteros o microaspersores para cubrir el área del plato (Figura 29)

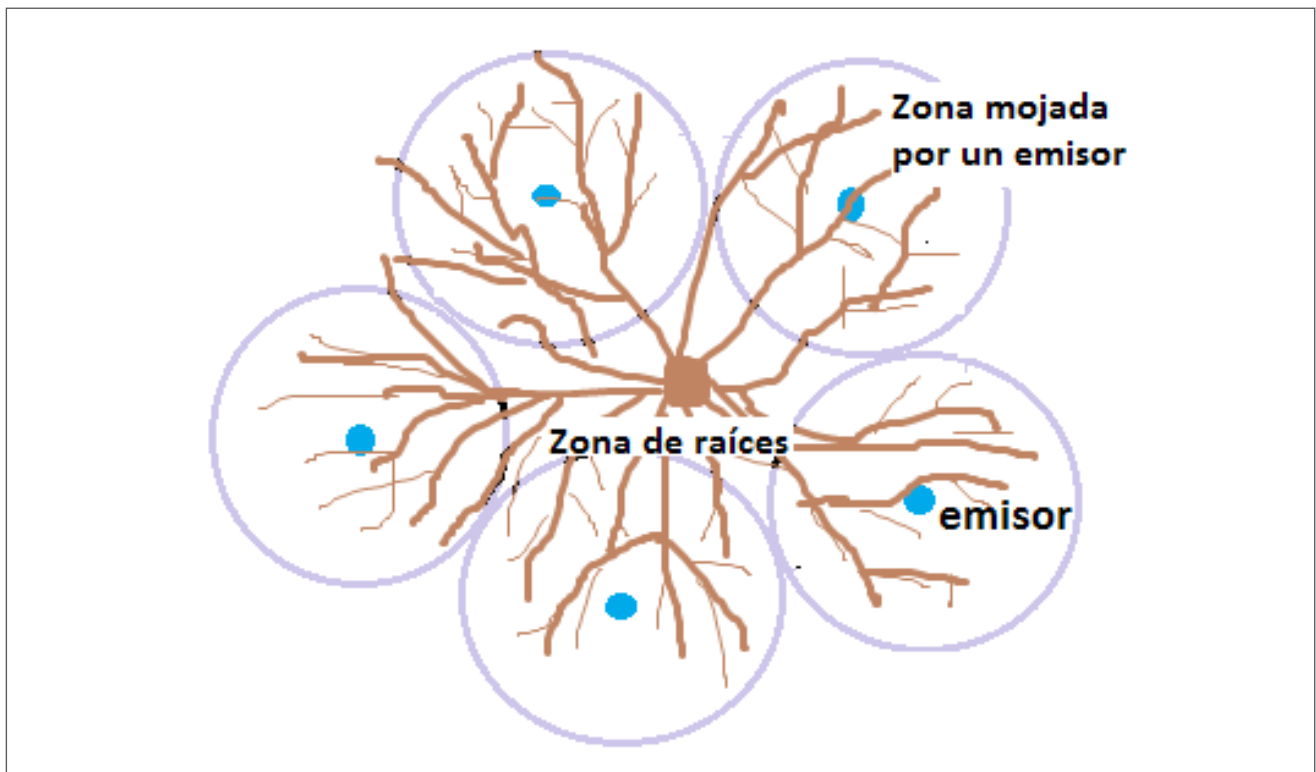


Figura 29. Ubicación de microaspersores. Diseño imagen: Liliana Ríos Rojas.

Volumen de agua a aplicar

Para aplicar el agua de una manera tecnificada, se debe tener la curva de retención de humedad, la densidad aparente y hacer una prueba gravimétrica cada que se va a regar. También se pueden usar sensores de humedad del suelo. Si no se dispone de esta tecnología, se puede hacer un seguimiento a la penetración del agua en el suelo.

Una vez ubicados los emisores ya sean goteros o microaspersores, se pone a funcionar el riego. A los 15 minutos, se excava en el suelo con una Pala o Palín en uno de los árboles que se está regando, justo en la zona mojada por un emisor. Se perfora y se mide hasta donde ha

penetrado el agua. 15 minutos después se perfora en otro punto del árbol medido, o en otro árbol, y así se continúa excavando y midiendo hasta verificar que el agua ha penetrado el total de la profundidad de las raíces (Figura 30). Si el suelo es arenoso, se mide cada 10 minutos.

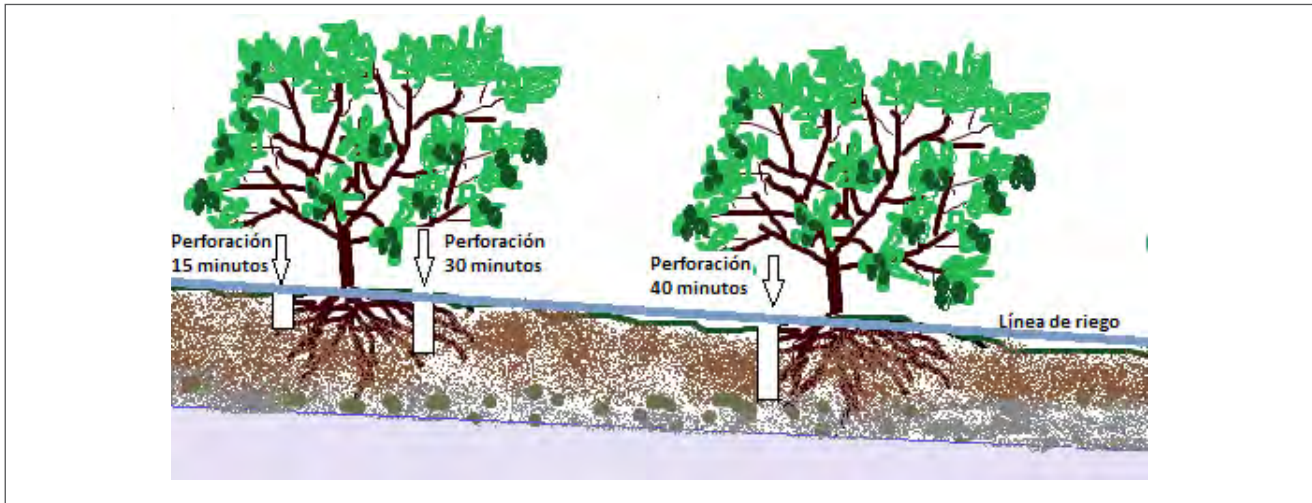


Figura 30. Perforación para verificar penetración del agua, alrededor del árbol. Diseño Imagen: Liliana Ríos Rojas.

El tiempo de riego (minutos regados) será el tiempo que haya tardado en mojar el total de la profundidad de raíces. El volumen regado será el caudal del total de emisores que se haya puesto en el árbol, multiplicado por los minutos regados, dividido 60 minutos, el resultado de esta operación es en Litros, es decir, se tendrán los litros aplicados en el riego que llegaron hasta la última raíz.

Frecuencia de riego

Cuando se haya terminado de regar, es decir cuando el agua haya penetrado hasta el final de la zona de raíces, se toma una muestra de suelo de los primeros 10 centímetros. A la muestra se le hace una prueba gravimétrica, para determinar cuánta agua tienen el suelo y así mantenerlo en esta humedad.

Prueba gravimétrica. Se toman 100g de suelo, desde la zona mojada por el riego. Esta muestra se pesa, en este caso el peso será: peso húmedo. La muestra se seca en la estufa en un recipiente limpio y se pesa (Figura 31).

El procedimiento de secado y pesado se repite varias veces hasta que el peso del suelo seco sea el mismo por lo menos dos veces. En este punto, el suelo está seco. Ese valor se toma como peso seco.

Se aplica la fórmula y este es el valor del contenido de agua que se debe mantener en el suelo.

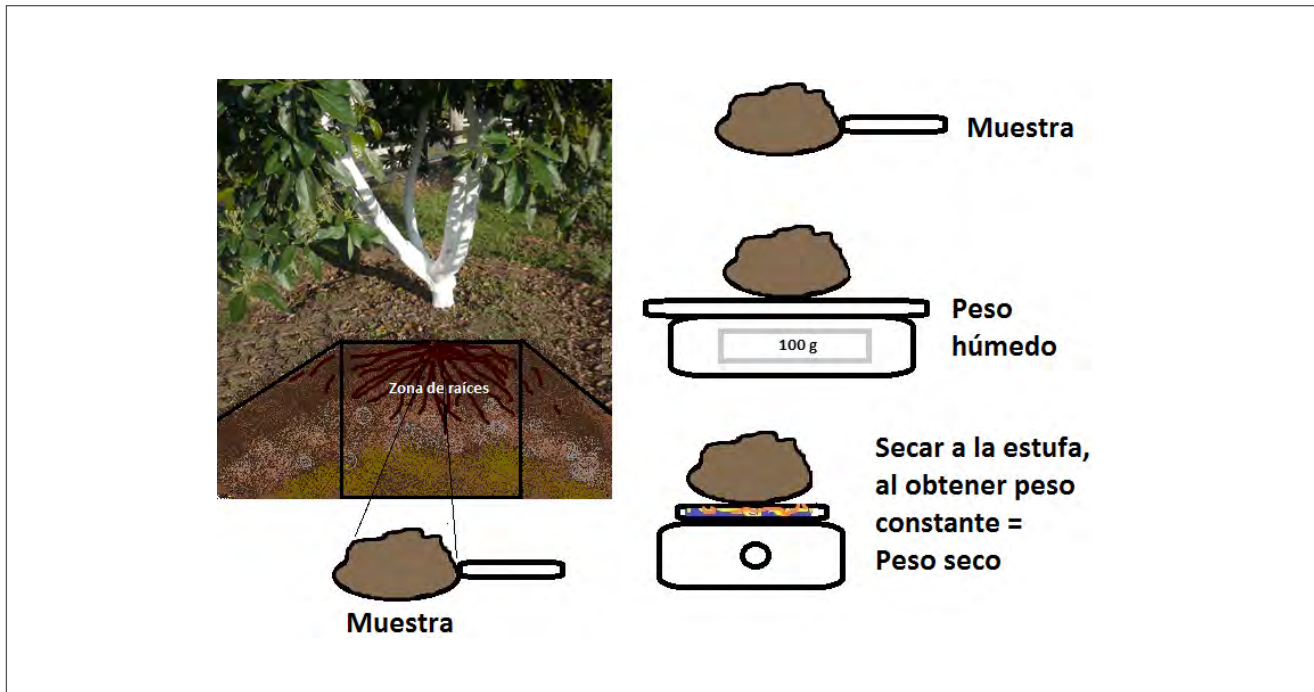


Figura 31.Proceso de muestreo y secado del suelo. Foto: Jorge Bernal, Diseño imagen: Liliana Ríos Rojas.

$$\% \text{ Agua (Peso)} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

Esta prueba se debe hacer antes de volver a regar. Sí el valor del agua en el suelo es la mitad del valor calculado con la prueba anterior, se vuelve a regar. Sí es mayor se puede esperar un día más para volver a regar, pero antes se hace la prueba.

Los suelos arcillosos, duros o pesados, pueden guardar el agua por más tiempo que los suelos arenosos, por eso los cultivos en suelos arenosos necesitan regarse más veces en la semana.

Tipo de riego

El suelo en cada finca es diferente, por lo que el riego se debe manejar según las características físicas del suelo; suelos de textura arcillosa se riegan menos que los suelos de textura arenosa.

Para cultivos en ladera o con suelos arcillosos, se recomienda un sistema de goteo de bajos caudales dado que la infiltración en estos suelos es lenta. Se pueden usar goteros de 4 L/h.

Sí la infiltración en el suelo es un poco más rápida, es decir no se forman charcos en la superficie se pueden usar goteros de 8L/h. En estos suelos, en zona plana, se recomienda también el uso

de microaspersión. Los microaspersores deben ser de bajo caudal, por ejemplo 25 L/h. Sean goteros o microaspersores se deben ubicar alrededor del árbol en una manguera en forma de anillo (Figura 32A).

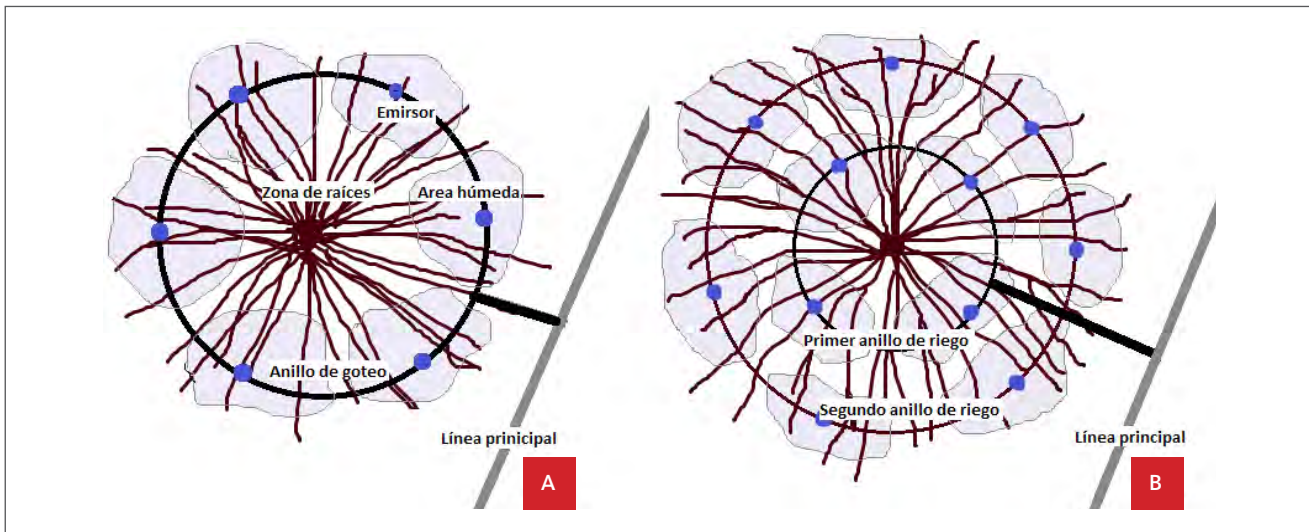


Figura 32. Número de emisores de acuerdo con las necesidades del árbol. Diseño imagen: Liliana Ríos Rojas.

El número de emisores puede aumentar a medida que el árbol crece. Se puede poner inicialmente un anillo interno y después, cuando el árbol inicia producción se puede poner otro anillo (Figura 32B).

Técnica de riego usando la curva de retención de humedad y Densidad aparente

Esta sección de la cartilla refiere a la aplicación del riego de una manera más tecnificada, usando la curva de retención de humedad y la densidad aparente. Con esta información se calcula el contenido de agua volumétrico en cualquier momento del día, y se compara con el contenido ideal o la capacidad de campo.

Para ejecutar este riego se debe conocer previamente:

Área de raíces, esto se mide en campo.

Volumen de raíces, se mide en la calicata (Figura 33).

Capacidad de campo, se toma de la curva de retención de humedad. Este es un resultado de laboratorio de la prueba que se toma con los anillos.

Densidad aparente. Es un resultado de laboratorio de la prueba que se toma con los anillos.

Este tema será desarrollado con un ejemplo.

$$\text{Área de raíces} = \pi * (\text{radio} * \text{radio})$$

$$\text{Volumen de raíces} = \text{Área de raíces} * \text{Profundidad de raíces}$$

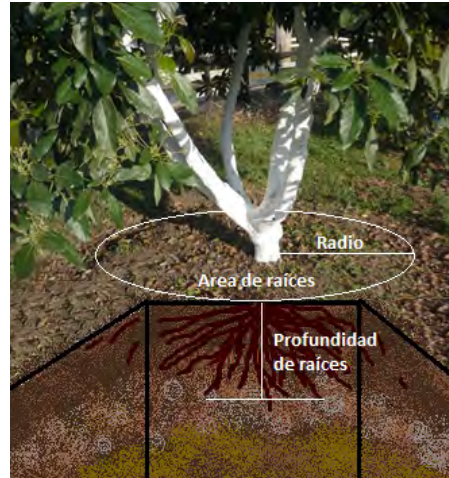


Figura 33. Volumen de raíces en Aguacate. Foto Jorge Bernal, Diseño Imagen: Liliana Ríos Rojas.

$$\text{Área de raíces} = 3,1416 * (0,8 \text{ m} * 0,8) = 2,0 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen de raíces} = 2,0 \text{ m}^2 * 0,4 \text{ m} = 0,8 \text{ m}^3$$

En el ejemplo radio = 0,8 metros, profundidad de raíces 0,4 metros. De la curva de retención de humedad se conoce la **capacidad de campo**, que es el estado del suelo donde se tiene una condición ideal de agua + aire + sólidos. La humedad adecuada a mantener en el suelo es 80% de la capacidad de campo.

Para hacer la curva de retención de humedad se debe tomar una muestra en la zona de raíces, con un anillo de acero de 5 cm de diámetro por 2,5 cm de alto.

Cuando se conoce la capacidad de campo el valor se compara diariamente con el contenido de agua en la zona de raíces.

Para el ejemplo: el laboratorio entrega que la Densidad Aparente (D_a) = 0,9 y la Capacidad de Campo (CC) = 38 %

El agua debería estar cercana al 80% de la capacidad de campo = $0,8 * 38 = 30,4\%$

Se calcula el contenido de humedad del suelo para comparar si es cercano al 80% de la capacidad de campo. Lo primero es sacar la muestra de suelo en el campo y aplicar el procedimiento de la prueba gravimétrica descrita en la página 37.

Para el ejemplo: Suelo húmedo: 100g. Suelo seco: 85g

$$\% \text{ Agua (Peso)} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

$$\% \text{ Agua (Peso)} = \frac{100-85}{85} \times 100 = 17,6\%$$

Ahora se usa la densidad aparente para calcular el volumen de agua en ese momento.

$$\% \text{ Agua (Volumen)} = \% \text{ Agua (Peso)} * Da$$

$$\% \text{ Agua (Volumen)} = 17,6\% * 0,9 = 15,8\%$$

Según los datos obtenidos con las operaciones anteriores, el suelo del ejemplo tiene 15,8% de humedad y debería tener 30,4%.

$$\text{Diferencia de humedad} = 30,4 - 15,8 = 14,6\%$$

Entonces se debe reponer 14,6% de humedad. Este valor se convierte a litros.

Volumen de agua a reponer = Volumen de raíces * Diferencia de humedad

$$\text{Volumen a reponer} = 0,8 \text{ m}^3 * \left(\frac{14,6}{100}\right) = 0,1168 \text{ m}^3$$

Para saber a cuanto equivale esta cantidad de metros cúbicos (m³), debemos convertir a Litros (L), así:

$$\text{Agua por planta} = 0,1168\text{m}^3 * 1000 = 116,8 \text{ Litros}$$



Reconocimiento y manejo de plagas

Picudo de la semilla de aguacate (*Heilipus lauri*)

Se le conoce con el nombre común:

- Picudo grande de la semilla de aguacate.
- Perforador del fruto y semilla de aguacate.
- Pasador de fruto.

Las características del adulto son (Figura 34):

- Cabeza, rostro, “espalda” y fémures de color rojo oscuro.
- Las alas superiores tienen dos pares de manchas naranja opaco.
- Su tamaño esta entre 12 a 18 mm.

Este insecto es considerado como plaga de control oficial.



Figura 34. Picudo de la semilla del aguacate perforando fruto de aguacate. Foto: Arturo Carabalí Muñoz.

Daño ocasionado por el picudo de la semilla del aguacate

- La hembra realiza una perforación sobre el fruto, donde deposita los huevos (Figura 35 A y B). Los huevos son ovalados, con una envoltura en forma de red.
- El objetivo de las larvas es llegar a la semilla, por lo que ocasionan galerías en la misma de la cual se alimentan hasta completar el ciclo como adulto. (Figura 35 C y D).

- El tiempo de desarrollo es de 38 días, tiempo relacionado con la humedad, temperatura y el recurso alimenticio.
- Todo el desarrollo de larva, pupa y adulto se cumple en el interior de la semilla (Figura 35 E).
- En una semilla se pueden encontrar una o dos pupas en cada cotiledón.
- En campo se puede reconocer el daño del huevo recién puesto por el orificio de postura (Figura 35 F).
- La pupa es de color blanco cremoso; este estado se da finalizado el estado de larva (Figura 35 G).

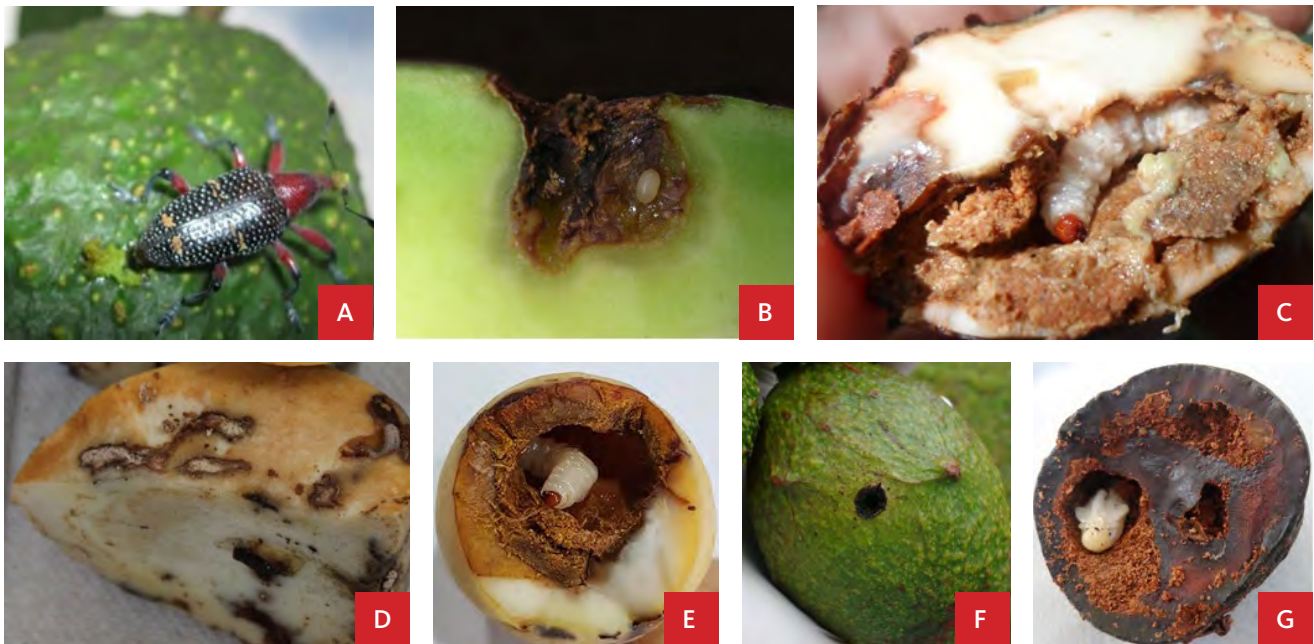


Figura 35. Daño ocasionado por el picudo de la semilla del aguacate en cada estado de su desarrollo. **A y B:** Daño ocasionado por la hembra (postura de huevos). **C:** Larva en semilla. **D:** Galerías ocasionadas por la larva. **E:** Larva madura alimentándose de la semilla. **F:** Orificio de postura de huevos. **G:** Pupa en semilla. Fotos: Arturo Carabalí Muñoz, Ana M. Caicedo.

Métodos de monitoreo del picudo de la semilla del aguacate

Para poblaciones de picudo de la semilla del aguacate se definen como los principales métodos de monitoreo:

- Reconocimiento de los principales síntomas de daño en frutos.

La primera actividad debe ser un monitoreo continuo al huerto e identificar si los frutos están perforados (Figura 36A).

Daño de la hembra:

Una vez la hembra de *H. lauri* ha identificado el sitio definitivo donde colocar los huevos, realiza una perforación en forma de media luna en la piel del fruto; el número de perforaciones por fruto varía dependiendo del nivel de infestación (Figura 36B).

Daño de larvas:

Las larvas recorren la pulpa del fruto, formando un túnel en su recorrido hasta llegar a la semilla. Para verificar la presencia de la larva, pupa o el adulto en la semilla se debe cortar el fruto y la semilla (Figura 36C).

- Método de lona al piso.

Es un método útil para el monitoreo de adultos de *H. lauri*, que consiste en extender sobre la zona de plateo del árbol de aguacate un plástico o lona de 3 a 5 metros de diámetro de color blanco (Figura 36D). Después de ubicar la lona, se deben agitar las ramas del árbol en los cuatro puntos cardinales, y se registra el número de adultos que caen cuando se agitan las ramas.



Figura 36. Elementos del monitoreo de picudo. **A:** Revisión de frutos. **B:** Perforaciones en frutos. **C:** Semilla con daño ocasionado por larvas. **D:** Método de lona al piso para monitoreo de adultos. Fotos: Arturo Carabalí Muñoz, Ana M. Caicedo.

Manejo integrado del picudo de la semilla del aguacate

- Implementar un programa de monitoreo.
- Reconocimiento del daño en frutos (Figura 37 A).
- Identificar focos de infección; es decir, puntos en campo donde hay poblaciones elevadas del insecto.
- Recolección y enterrado de frutos afectados (Figura 37 B y C).
- Control biológico de poblaciones con el uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria* sp. y *Metarhizium* sp., quienes pueden ocasionar mortalidad en adultos del picudo de la semilla del aguacate cuando son aplicados al follaje y al suelo (Figura 37 D).

- Se sugiere seguir las recomendaciones de un ingeniero agrónomo para definir dosis, sitios, épocas, frecuencia, equipos y métodos de aplicación de cualquier tipo de control que se desee hacer para controlar esta plaga.

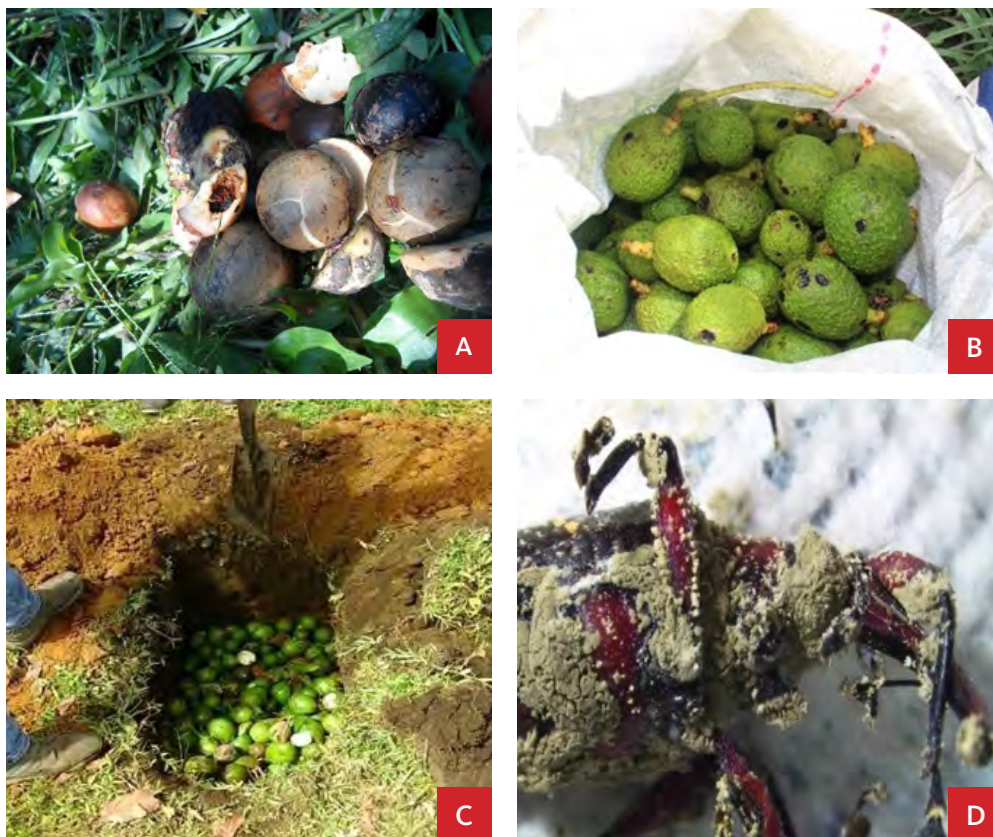


Figura 37. Componentes de manejo integrado. **A:** Caracterización del daño. **B:** Colecta de frutos afectados. **C:** Enterrado de frutos con daños. **D:** Uso de hongos entomopatógenos. Fotos: Arturo Carabalí Muñoz, Ana M. Caicedo.

Polilla de la semilla de aguacate (*Stenoma cantenifer*)

Se le conoce con el nombre común:

- Polilla de la semilla de aguacate.

Las características del adulto son (Figura 38):

- Su tamaño es de aproximadamente 1,5 cm.
- El adulto con las alas extendidas mide aproximadamente 3 cm.
- El color de las alas y el cuerpo es café claro pálido.
- Las alas delanteras poseen 25 puntos de color negro, dispuestos en forma de “S” acostada.



Figura 38. Adulto de la polilla de la semilla. Fotos: Arturo Carabalí Muñoz, Ana M. Caicedo.

Daño ocasionado por la polilla de la semilla de aguacate

- Los huevos son de color azul turquesa, la hembra oviposita sobre la estructura que une la flor con la rama, flores, ramas, tallos y en frutos de diferentes edades (Figura 39 A).
- La larva es la que ocasiona el daño en frutos y ramas, una vez penetra en el fruto inicia su recorrido hacia la semilla, alimentándose de la pulpa en sus primeras fases y de la semilla en las últimas etapas de desarrollo (Figura 39 B).
- La larva en su última etapa de desarrollo abandona el fruto o la rama para empupar en el suelo.
- El daño externo en el fruto se reconoce por los residuos que deja la larva al penetrar.
- El daño interno en el fruto se reconoce por la presencia de galerías que deja la larva al alimentarse de la semilla.

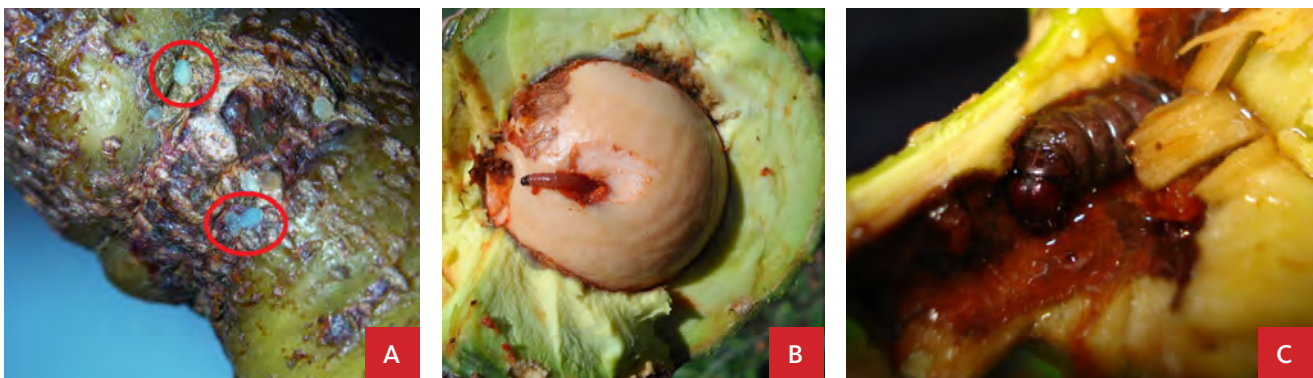


Figura 39. Daño ocasionado por la polilla de la semilla de aguacate. **A:** Huevos en pedúnculo. **B:** Larva alimentándose de la semilla. **C:** Larva alimentándose del interior de la rama. Fotos: Arturo Carabalí Muñoz, Ana M. Caicedo.

Métodos de monitoreo de la polilla de la semilla de aguacate

- Identificar la sintomatología de daño externo en frutos ocasionado por la larva de polilla de la semilla de aguacate (Figura 40A).
- Revisar las ramas e identificar las que presentan síntomas de daño (Figura 40B y C).
- Al momento del monitoreo se seleccionan cuatro ramas del árbol —una por cada lado del árbol. En un cuaderno de anotaciones se registra el número de individuos y los estados de desarrollo encontrados.

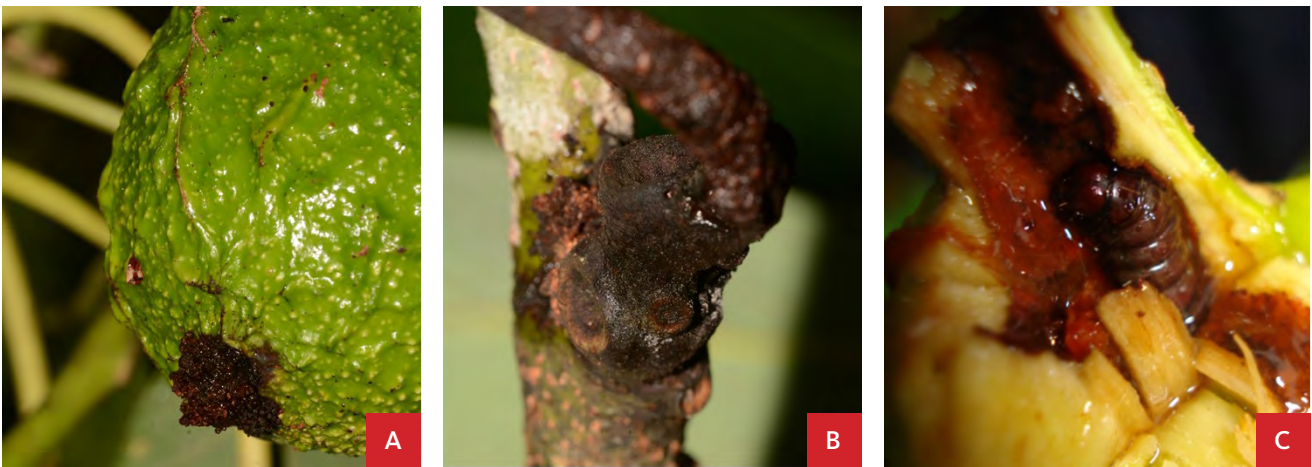


Figura 40. Elementos de reconocimiento de daño ocasionado por la polilla de la semilla de aguacate. **A:** Excretas de la larva sobre el fruto. **B:** Daño en ramas. **C:** Daño de larva joven en ramas. Fotos: Arturo Carabalí Muñoz, Ana M. Caicedo.

Manejo integrado de la polilla de la semilla de aguacate

- Se recomienda Implementar un programa de monitoreo (Figura 41 A).
- Se sugiere la revisión continua de los síntomas que caracterizan el daño en frutos y ramas (Figura 41 D).
- En los recorridos que se hacen al cultivo, se deben hacer observaciones permanentes para Identificar y marcar los “focos” de daño; es decir, árboles y sitios en campo donde hay poblaciones elevadas del insecto.
- Se recomienda durante las diferentes actividades que se realizan al cultivo hacer la identificación de los frutos con daño, recolectarlos, hacer una fosa en el suelo y enterrarlos a una profundidad mayor a 50 cm del nivel de suelos (Figura 41 B y C).
- Una vez identificado el daño en alguna rama debe podar con una herramienta previamente desinfectada.
- Las actividades de monitoreo y recolección de frutos afectados se deben hacer también sobre los arboles llamados “criollos”.

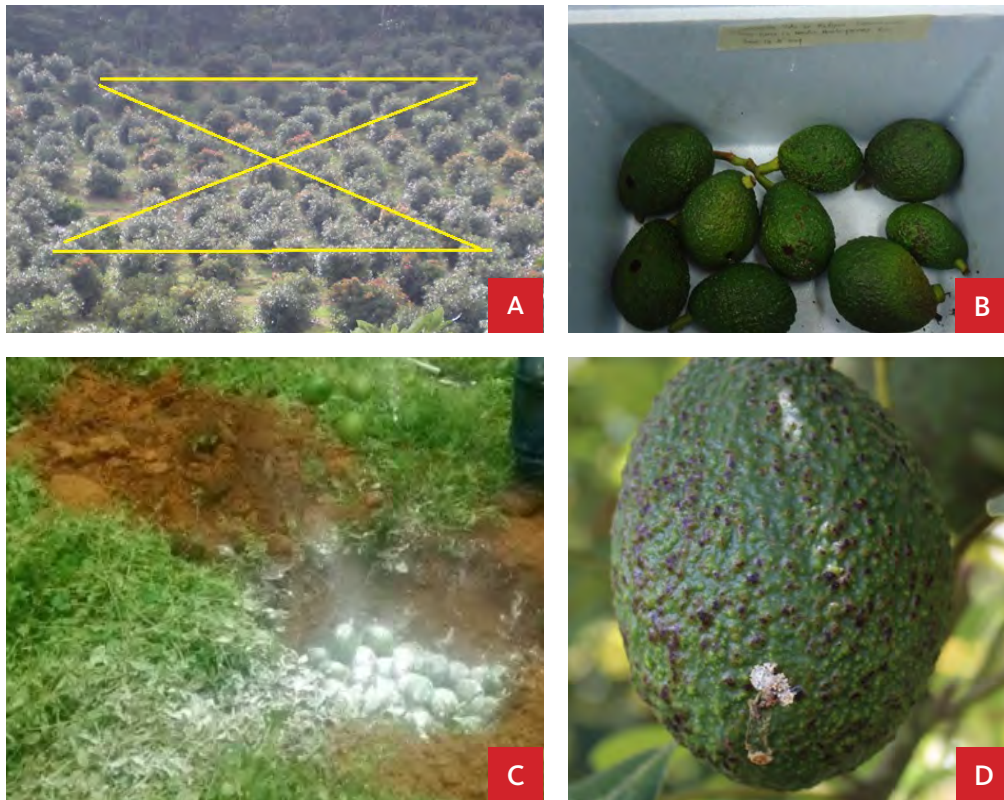


Figura 41. Componentes de manejo integrado. **A:** Diseño de monitoreo. **B:** Colecta de frutos afectados. **C:** Fosa para enterrado de frutos afectados. **D:** Caracterización del daño en fruto. Fotos: Arturo Carabalí Muñoz, Ana M. Caicedo.

Chinche del aguacate (*Monalonion velezangeli*)

Las características del adulto son (Figura 42):

- Los adultos miden aproximadamente 12 mm de longitud.
- El cuerpo es de color rojo oscuro con manchas negras en las alas.

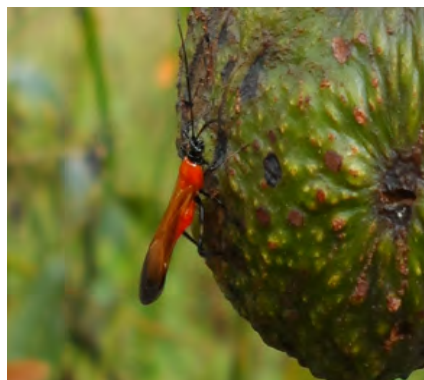


Figura 42. Adulto del chinche del aguacate. Foto: Ana M. Caicedo, Luisa Torres.

Daño ocasionado por el chinche del aguacate

- El daño inicial se produce por la alimentación del insecto del material vegetal y el fruto.
- Sobre las ramas jóvenes se pueden observar puntos de color rojo que corresponden a daños recientes (Figura 43 A).
- Como característica del daño avanzado se pueden encontrar exudados de color blanquecino ocasionados por el insecto en el momento de alimentarse.
- En frutos, el daño se identifica por la presencia de puntos circulares de color café oscuro sobre la corteza (Figura 43 B).



Figura 43. Daños ocasionados por el chinche del aguacate. **A:** Daño temprano en ramas. **B:** Daño avanzado en fruto. Fotos: Ana M. Caicedo, Luisa Torres.

Métodos de monitoreo del chinche del aguacate

El principal método de monitoreo del chinche del aguacate es la observación directa del daño inicial en frutos y tallos.

- Se sugiere revisar principalmente lugares dentro del cultivo con sombra y con alta presencia de ramas.
- Los monitoreos deben estar dirigidos a los frutos en diferentes estados de desarrollo, pues estos son considerados indicadores de la presencia de poblaciones del insecto en el cultivo.
- Para monitorear la plaga se deben revisar los daños recientes o frescos en los tallos y frutos.

Manejo integrado del chinche del aguacate

- Implementar un programa de monitoreo mediante la revisión del estrato medio y bajo de la planta.

- Monitorear la plaga mediante la revisión de daños frescos en frutos y tallos.
- Evitar sitios del cultivo con sombra y alta presencia de ramas.
- Realizar podas de ramas y frutos con daño.
- Con poblaciones bajas, se sugiere aplicar el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* al follaje.
- La selección, aplicación y eficacia de moléculas de síntesis química deben ser supervisadas por un ingeniero agrónomo.

Reconocimiento y manejo de enfermedades

Las dos enfermedades más frecuentes en cultivos de aguacate de Colombia son:

- La pudrición por *Phytophthora cinnamomi* —var. *cinnamomi* Rands—.
- La peca del fruto por *Pseudocercospora purpurea*.

Pudrición causada por *Phytophthora cinnamomi*

Los árboles afectados por el hongo *Phytophthora* presentan un amarillamiento generalizado de las hojas y desarrollo reducido. La enfermedad se presenta en focos, en las zonas más húmedas del cultivo (Figura 44).



Figura 44. Focos de infestación causado por *Phytophthora*. Foto: Pablo Tamayo.

En los almácigos, las plantas de aguacate afectadas se marchitan y al poco tiempo se secan y mueren; además, presentan manchas negras a lo largo de sus raíces (Figura 45).

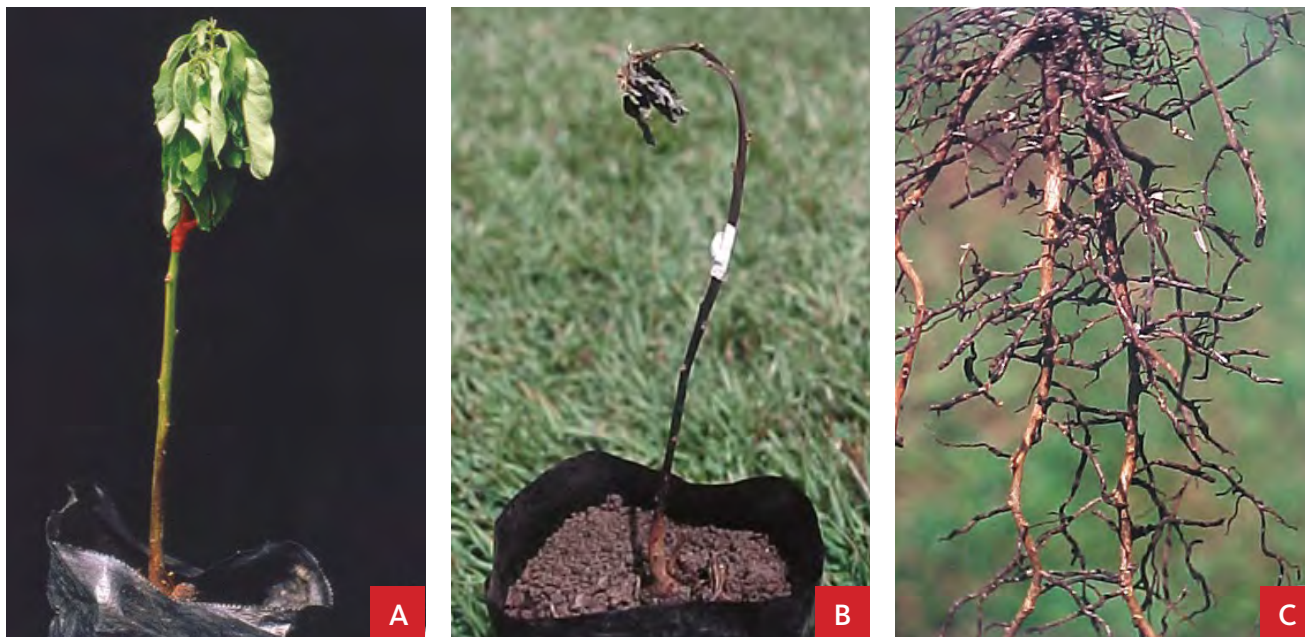


Figura 45. Daño en almácigo ocasionado por *Phytophthora*. Fotos: Pablo Tamayo.

Manejo integrado de la pudrición causada por *Phytophthora cinnamomi*

- Para disminuir la presencia de la enfermedad se recomienda no sembrar en lotes donde antes se hayan sembrado cultivos de pino, eucalipto, macadamia, cítricos o piña, ya que estos son susceptibles a la enfermedad y por tanto, puede haber presencia del hongo en el suelo.
- Se recomienda sembrar en suelos de textura franca.
- Realizar canales de drenaje.
- Sembrar en camas altas.
- Realizar las desyerbas a mano para evitar ocasionar heridas a las raíces.
- Aplicar coberturas o enmiendas con residuos vegetales, pastos, maíz.
- Realizar aplicaciones de materia orgánica bien compostada: gallinaza, marranza, equinaza o bovinaza (Figura 46 A).
- Retirar del cultivo los árboles que se encuentren severamente afectados por la enfermedad (Figura 46 B).
- En el lugar donde se eliminó el árbol enfermo, se debe realizar una aplicación de cal viva para disminuir el riesgo de diseminación del hongo causante de la enfermedad (Figura 46 C).



Figura 46. Manejo preventivo de la pudrición por *Phytophthora cinnamomi*. **A:** Aplicación de materia orgánica. **B:** Retiro de residuos del cultivo. **C:** Aplicación de cal viva en el sitio de eliminación de árbol enfermo. Fotos Pablo Tamayo.

- Para recuperar árboles de aguacate con síntomas iniciales de la enfermedad se recomienda realizar una aspersión foliar o una sola inyección a la base del tronco con productos comerciales a base de Fosfito de Potasio (Figura 47 A).
- Adicionalmente a la práctica de la aplicación de los fosfitos de potasio, se recomienda una aplicación al suelo de un producto comercial conocido como Enmienda Triple 30® en la zona del plato (Figura 47 B).



Figura 47. Manejo de la enfermedad en árboles de aguacate. **A:** Inyección en tronco con fosfitos de potasio. **B:** Aplicación de Enmienda Triple 30® en la zona del plato. Fotos: Jorge Bernal, Pablo Tamayo.

Peca causada por *Pseudocercospora purpurea*

La peca del aguacate es causada por un hongo que primero afecta las hojas, en las que causa manchas redondeadas de color café claro, rodeadas de un pequeño borde amarillento (Figura 48B); en los frutos ocasiona manchas redondas de color café oscuro (Figura 48 A).

El hongo *Pseudocercospora purpurea* aumenta su población —y con esto los daños— en épocas lluviosas, con temperaturas bajas y alta humedad relativa en el ambiente. La enfermedad es frecuente en aguacates criollos y en las variedades Lorena, Choquette y Fuerte.

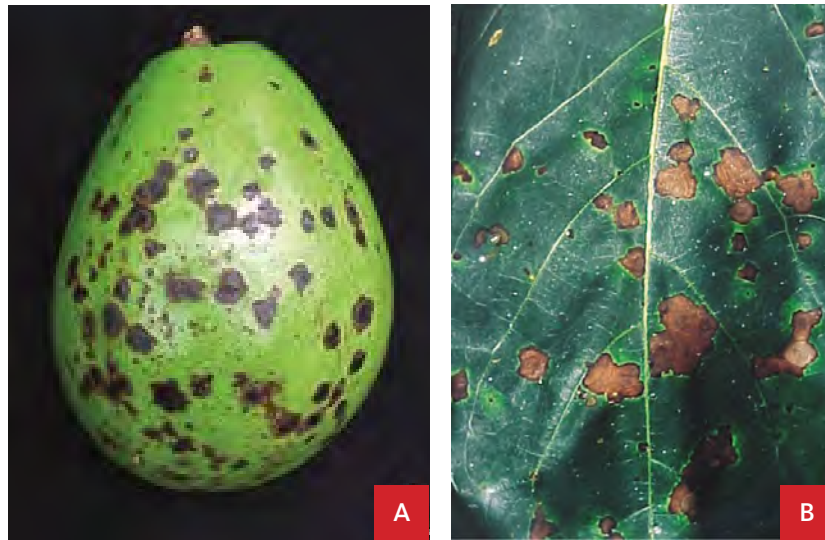


Figura 48. Síntomas de peca. A: Fruto afectado por peca. B: Hojas de aguacate con síntomas de peca. Foto: Pablo Tamayo.

Manejo integrado de la peca causada por *Pseudocercospora purpurea*

- Para disminuir la presencia del hongo causante de la peca, se debe mantener libre de malas hierbas la zona del plato del árbol, y mantener un crecimiento reducido de las mismas en las calles del cultivo.
- También se deben realizar podas de aclareo de los árboles, para permitir una mayor circulación del aire y penetración de la luz solar, con el fin de disminuir la humedad relativa dentro del cultivo.
- Los fungicidas a base de Tebuconazole y Trifloxystrobin, aplicados en rotación cada 3 semanas con fungicidas a base de Triadimenol, permiten disminuir los daños por la peca cuando son aplicados desde el inicio de la floración.
- Para mayor efectividad de la anterior práctica de manejo de la enfermedad, se recomienda realizar las aspersiones de los fungicidas tanto en hojas como en frutos, ya que las hojas también son afectadas y sirven de fuente de infección de la enfermedad.



Literatura citada

- Carabali, A. (2014). Barrenador grande de la semilla del aguacate *Heilipus lauri*. En: Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo del aguacate. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Antioquia (Colombia).
- Salazar-García, S. (2002). Nutrición del aguacate, principios y aplicaciones. INIFAP-INPOFOS. Nayarit, Mexico. 165 p.

Bibliografía

- Dorado, D.; Grajales, L. y Rebolledo, A. (2017). Requerimientos hídricos del cultivo de aguacate (*Persea americana*) variedad Hass en zonas productoras de Colombia. Colección transformación del Agro. Agrosavia. 90 pp. ISBN obra impresa: 9789587402315.
- Kenworthy, A.L. (1973). Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. En: Walsh, L.M. y Beaton, J.D. (Eds.). Soil testing and plant analysis. Madison, EE. UU.: Soil Science Society of America. pp. 381392.
- Méndez, C. y Rodríguez, L. (2011). Manejo de plantaciones nuevas de aguacate. Información técnica. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Tenerife, España. 11 p.
- Palacios, J.M. (1986). Dinámica y balance nutrimental en arboles de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, con alto y bajo rendimiento en la region de Uruapan, Michoacan [tesis de maestría]. Chapingo, Mex.: Colegio de Postgraduados.
- Rebolledo, R.A. y Dorado, G.D. (2017). Criterios para la definicion de planes de fertilizacion en el cultivo de aguacate Hass con un enfoque tecnificado. Corpoica 2017.113 p.
- Salazar, S. (2007). Floración y fructificación. En: Teliz, D. y Mora, A. (Ed.) *El aguacate y su manejo integrado* (pp. 6486). México D. F., México: MundiPrensa.
- Tamayo, V. A. y Osorio, W. (2017). Efecto de la inoculación con microorganismos benéficos del suelo sobre el crecimiento y nutrición de plantas de aguacate cv. Hass, bajo condiciones de invernadero. En: Resúmenes Seminario de cierre y entrega del macroproyecto “Desarrollo tecnológico, productivo y comercial del aguacate en el departamento de Antioquia”, Itagüí, Colombia.
- Tamayo V. A. y Osorio, W. (2016). Mejora de la fertilidad del suelo mediante descomposición y la inoculación de la hojarasca con el hongo *Mortierella* sp. en plantaciones de aguacate en Colombia. En: Resúmenes XVIII Congreso Colombiano de la ciencia del suelo. *Comisión IV Fertilidad de suelos y nutrición vegetal*, Villa de Leyva, BoyacáW.

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

La presente publicación recopila resultados de investigaciones previamente desarrolladas por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA y otros actores del SNCTA, dirigida a pequeños, medianos y grandes productores, con el objetivo de aportar al cambio técnico en el sistema productivo de aguacate.

La cartilla hace parte de los entregables de AGROSAVIA en el proyecto “Fortalecimiento organizativo, agroempresarial y tecnológico a productores frutícolas en 29 municipios del Valle del Cauca”, ejecutado entre junio de 2018 y abril de 2019, para nueve especies frutales: aguacate, chontaduro, cítricos, guayaba, lulo, mora, piña, plátano y uva. Los autores agradecen a la Corporación para el Desarrollo Social y Cultural del Valle - CORPOVALLE, por la cofinanciación en la reproducción impresa del documento.



El campo
es de todos

Minagricultura

www.agrosavia.co

ISBN: 978-958-740-282-7



Distribución gratuita
Prohibida su venta