

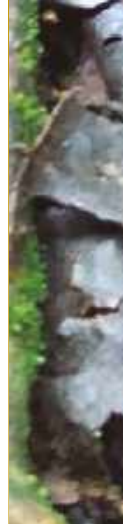


## CAPÍTULO IV

# Prácticas para conservación y mejoramiento de la calidad del suelo en cultivos de aguacate Hass

La conservación del suelo es crucial para mantener y mejorar su calidad. Según varios autores, un suelo equilibrado, de alta calidad y saludable se refleja en plantas saludables, lo cual tiene efectos positivos en el medio ambiente y en las personas (Burbano, 2017; Cotler et al., 2007; Martínez, 2014). Por lo tanto, las afectaciones del suelo pueden mitigarse a partir de prácticas de recuperación, regeneración y sistemas agroforestales, lo cual conlleva una inversión que se amortiza de múltiples formas si se tienen en cuenta los beneficios de tener suelos sanos y de calidad (FAO, 2023b; Montiel et al., 2021; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015).

Existen diferentes principios básicos que permiten orientar de manera efectiva acciones de recuperación y tecnologías para el manejo de suelos. Estas acciones abarcan prácticas para incrementar la materia orgánica y el mejoramiento de la fertilidad química y física. También incluyen medidas que promueven la elaboración de obras biofísicas y la planificación de labores para evitar su deterioro y degradación (tabla 11) (FAO, 2000).



**Tabla 11.** Principios y beneficios para la conservación y el mejoramiento de la calidad del suelo

Principios	Beneficios
<b>1. Incrementar la cobertura de los suelos</b>	Disminuye la erosión hídrica y eólica.
	Incrementa la infiltración de la lluvia.
	Disminuye la pérdida de humedad por evaporación y eleva la humedad disponible.
	Reduce la temperatura.
	Restablece las condiciones de crecimiento de las plantas.
	Mejora los niveles de materia orgánica de la capa arable.
	Favorece la estabilidad estructural de los agregados superficiales.
	Promueve la actividad biológica del suelo.
	Mejora la porosidad.
	Favorece el control biológico de las plagas.
<b>2. Aumentar la materia orgánica del suelo</b>	Incrementa la estabilidad de los agregados superficiales.
	Mejora la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.
	Aumenta la capacidad de retención de nutrientes en el suelo.
	Incentiva la actividad biológica del suelo.

*Continúa...*

Continuación Tabla 11. Principios y beneficios para la conservación y el mejoramiento de la calidad del suelo

<b>Principios</b>	<b>Beneficios</b>
<b>3. Incrementar la infiltración y el almacenamiento de agua</b>	Disminuye el déficit hídrico en los cultivos.
	Incrementa el rendimiento y la producción de biomasa del cultivo.
	Reduce la escorrentía.
<b>4. Reducir la escorrentía</b>	Reduce la pérdida de suelo, agua, nutrientes, fertilizantes y plaguicidas.
	Mejora la disponibilidad del agua para el cultivo y, con ello, la producción.
<b>5. Mejorar las condiciones de enraizamiento</b>	Beneficia el desarrollo y el crecimiento de las raíces y, por tanto, la absorción de nutrientes y agua.
	Reduce las probabilidades de que los cultivos sufran por sequía.
<b>6. Aumentar la fertilidad química natural y la producción</b>	Incrementa el rendimiento.
	Incrementa la producción de biomasa del cultivo.
<b>7. Disminuir los costos de producción</b>	Incrementa la rentabilidad neta.
	Sistemas de producción más sostenibles.
<b>8. Proteger los huertos</b>	Protege de los impactos de los excesos de humedad, la erosión por escorrentía, los vientos fuertes y los movimientos en masa.
<b>9. Disminuir la contaminación del suelo y del ambiente</b>	Uso eficiente de recursos, protección de la biodiversidad y cuidado de la salud.

Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2000)..

En este sentido, en lo que respecta a la gestión integral del suelo, se requiere la implementación de diversas prácticas y tecnologías que, en conjunto, pueden abordar y resolver una o varias condiciones limitantes para la producción de cultivos u otros servicios ecosistémicos proporcionados por el suelo. Estas medidas deben adaptarse teniendo en cuenta las características y limitaciones específicas del suelo en una ubicación o explotación agrícola, como ocurre en las zonas de producción de aguacate Hass.

A continuación, se presentan algunas estrategias recomendadas para fomentar el cumplimiento de los principios mencionados para la gestión integrada, los cuales se relacionan tanto con la aptitud para cultivos, como es el caso del aguacate Hass, así como con los indicadores de calidad del suelo previamente descritos. A pesar de que muchas de estas estrategias han sido ampliamente evaluadas en el contexto de los cultivos transitorios y la agricultura familiar, en este documento se enfatiza que el análisis específico de los principios básicos debe ser el punto central en la elaboración de planes de manejo del suelo, los cuales se deben adaptar a diferentes usos del suelo y condiciones ambientales.



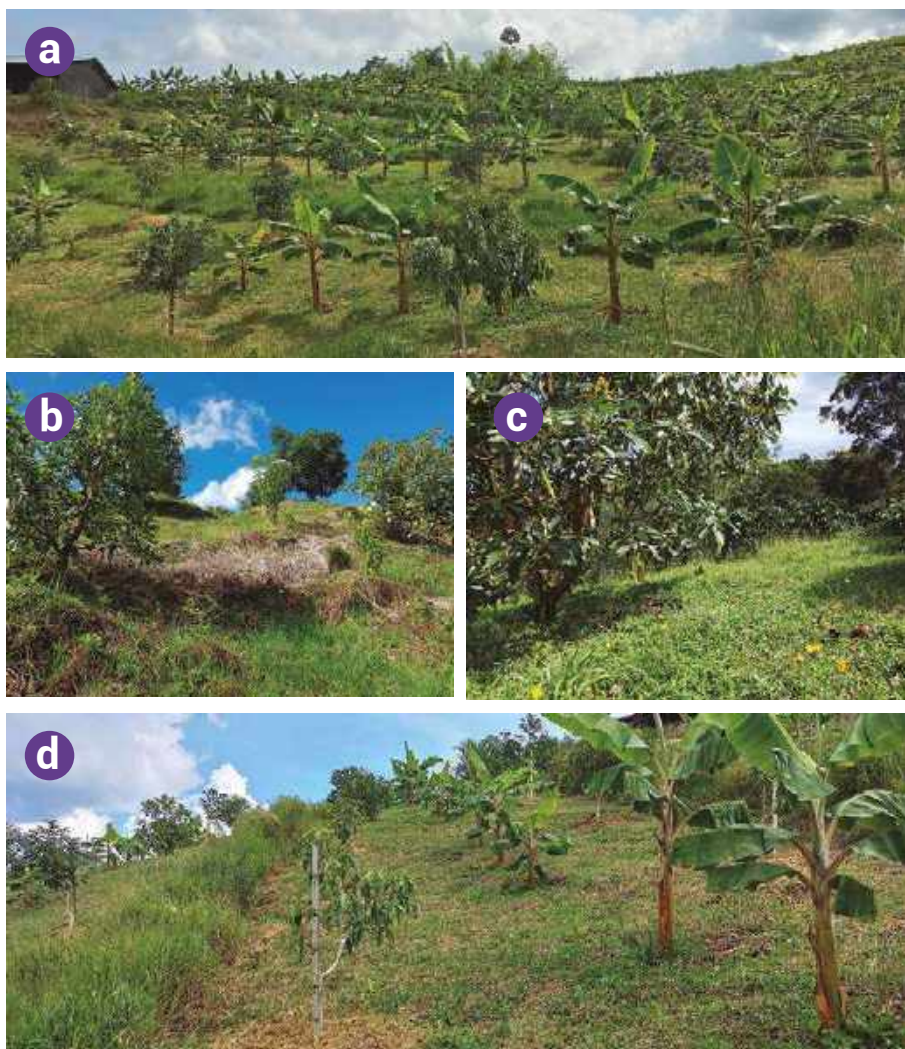
## Incremente la cobertura y materia orgánica del suelo

Estos principios buscan promover la formación de una capa superficial rica en materia orgánica con el fin de brindar varios beneficios, como la protección del suelo contra la erosión, la preservación de la fertilidad y el estímulo de la actividad biológica. Por lo tanto, se promueve la utilización de residuos orgánicos generados por los cultivos o las fuentes externas de materia orgánica para aumentar su contenido en el suelo. En este contexto, se recomiendan las siguientes acciones:

- 1.** Deje el rastrojo sobre la superficie del suelo siguiendo principios de labranza de conservación. En este sentido, se recomienda mantener los residuos de las plantas arvenses en la superficie como cobertura una vez que han sido controlados mediante métodos químicos o mecánicos, en lugar de enterrarlos (figura 33).
- 2.** Implemente acciones dentro del sistema productivo para obtener biomasa vegetal por medio de la fertilización del cultivo, la siembra de cultivos de cobertura y abonos verdes (como leguminosas y cultivos intercalados) y aumentar la densidad de siembra de los cultivos (figura 34).
- 3.** Deje las piedras en la superficie del suelo, dado que son elementos de cobertura que aumentan la infiltración de la lluvia. Se sugiere esta opción en lugar de retirarlas para construir barreras muertas.



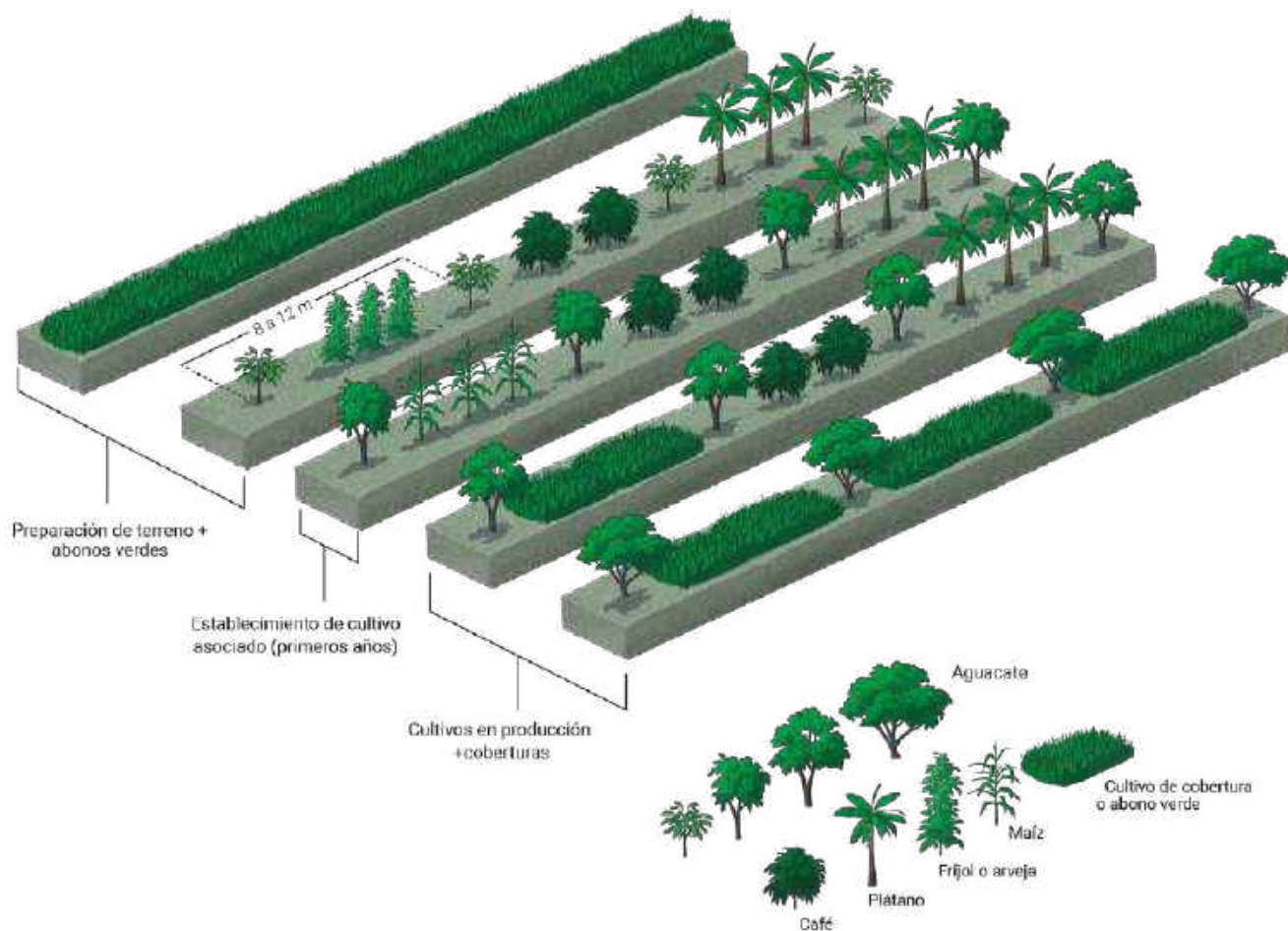
**Figura 33.** Actividades para el aumento de la cobertura y materia orgánica del suelo. a. Cultivos asociados; b y c. Utilización de residuos del control de malezas; d. Manejo de plantas asociadas en el cultivo.



Fotos: Diana Lucía Correa Moreno

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 34.** Arreglo en asociación de cultivos que permite aumentar la biomasa vegetal y las coberturas durante el desarrollo del cultivo de aguacate.



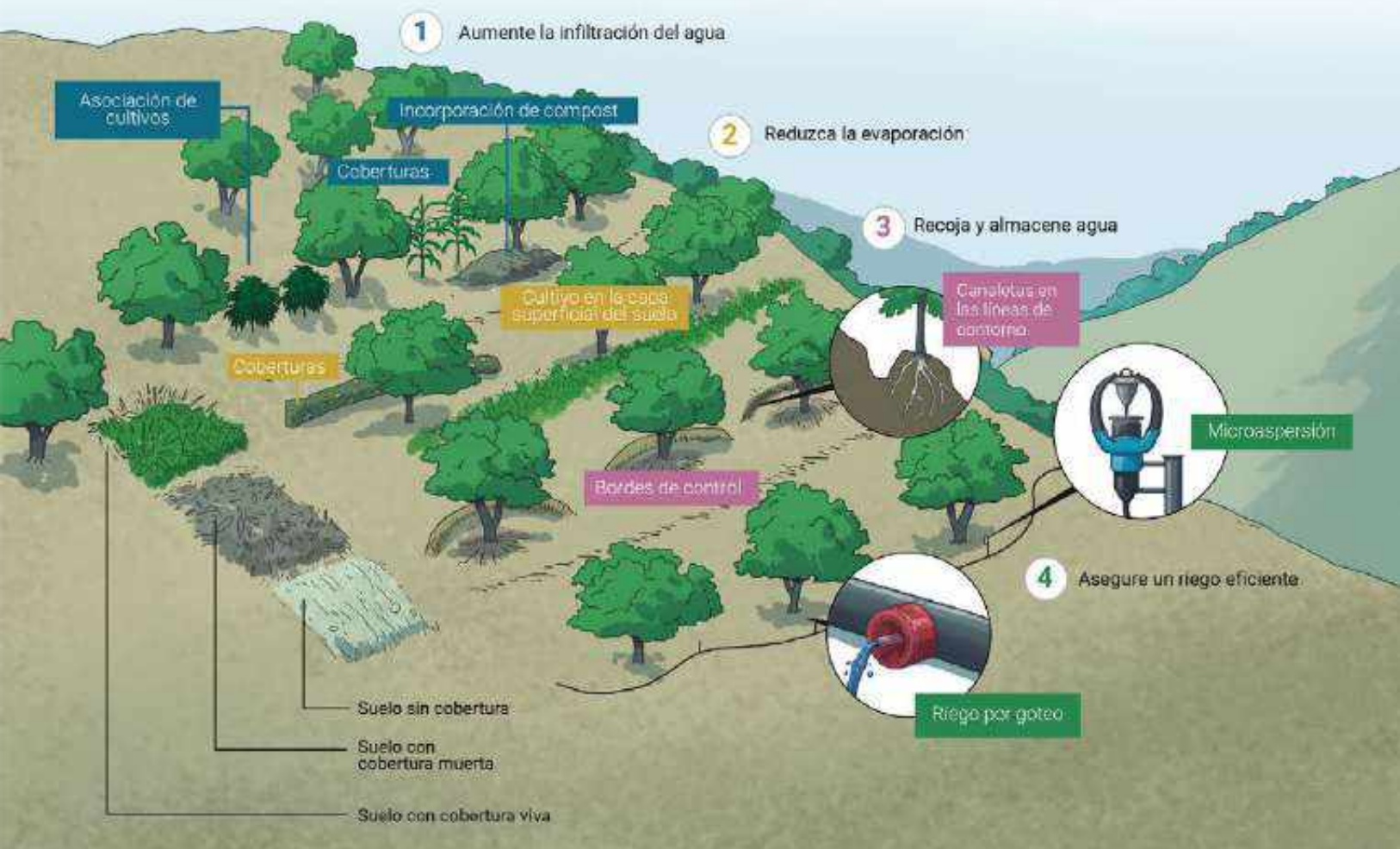
Fuente: Elaboración propia con base en Weidmann et al. (2005).

## Mejore la infiltración y el almacenamiento del agua en el suelo

La aplicación de este principio implica mejorar las condiciones físicas del suelo mediante mecanismos físicos o biológicos que faciliten la entrada y el movimiento del agua en el suelo. Con esto se busca reducir la escorrentía y asegurar la disponibilidad de humedad para el cultivo sin perjudicar su desarrollo y los procesos bioquímicos relacionados con la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Para mejorar las condiciones de infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua, se recomienda realizar las siguientes acciones:

1. Utilice coberturas de residuos sobre la superficie para proteger los agregados del suelo del impacto de la lluvia, que puede provocar la dispersión de partículas y la formación de costras superficiales e impedir la entrada de agua al suelo. Esta acción permite reducir la escorrentía al dar más tiempo para que la lluvia se infiltre. Varios estudios han demostrado que las coberturas muertas son más efectivas en el control de la escorrentía en comparación con suelos con coberturas vivas, como el maní forrajero y el suelo desnudo (figura 35 y tabla 12).
2. Implemente barreras rompevientos de acuerdo con las condiciones de la zona para disminuir la velocidad del viento, ya que este puede causar pérdidas de humedad por evaporación.

**Figura 35.** Prácticas para mejorar la infiltración y la capacidad de almacenamiento de humedad en el suelo. Se describen las acciones integrales para manejo del agua y la escorrentía, así como el efecto del tipo de cobertura sobre la tasa de escorrentía y la percolación de agua en el suelo.



Fuente: Elaboración propia con base en Restrepo et al. (2019).

**I Tabla 12.** Balance hídrico en suelos con diferentes coberturas

<b>Tipo de cobertura</b>	<b>Evaporación</b>	<b>Escorrentía</b>	<b>Percolación</b>
Sin cobertura	20 %	10 %	70 %
Cobertura viva (añil rastrero)	37 %	2 %	61 %
Con cobertura muerta (hojas de guamo)	11 %	3 %	86 %

**Fuente:** Elaboración propia con base en Farfán y Arévalo (2008).

- 3.** Realice labores de labranza, como el arado, para romper las capas que presenten limitantes por encostramiento o compactación en superficie. Esta labor ayuda a formar una superficie irregular con agregados de mayor tamaño entre las hileras de cultivo. Además, retrasa la formación de costras y facilita la infiltración de la lluvia. El encostramiento del suelo tiende a ocurrir en áreas con altos contenidos de arenas finas y arcillas, y cuando no se cuenta con cobertura en la superficie.
- 4.** Lleve a cabo el control de malezas evitando en la medida de lo posible dejar el suelo desnudo, pues esto favorecerá la entrada del agua y conservará la humedad en el suelo durante más tiempo.
- 5.** Permita que las arvenses beneficiosas crezcan entre las hileras de cultivo y promueva el crecimiento e incorporación de abonos verdes, que son dos estrategias para que la superficie del suelo se mantenga protegida. Entre las arvenses nobles utilizadas en ambientes húmedos, en los cuales se adapta el aguacate Hass, destacan, entre otras:

- Kudzu (*Pueraria phaseoloides*).
  - Desmodio (*Desmodium ovalifolium*).
  - Calopo (*Calopogonium* sp.)
  - Fríjol terciopelo (*Mucuna pruriens*).
  - Canavalia (*Canavalia ensiformis*).
  - Maní forrajero (*Arachis pintoi*).
  - Botoncillo (*Richardia scabra*).
  - Golondrina (*Drymaria cordata*).
  - Siempreviva (*Commelina diffusa*).
  - Hierba de coneja (*Panicum trichoides*).
  - Hierba de sapo (*Hyptis atrorubens*).
6. Realice labranza profunda con el propósito de mejorar la permeabilidad de horizontes duros, que puedan encontrarse en los primeros 60 cm del suelo, para favorecer la capacidad de retención de agua en el perfil.
  7. Aplique abonos orgánicos, principalmente en suelos arenosos, con el fin de elevar la capacidad de retención de humedad.

## Reduzca la escorrentía

La aplicabilidad de este principio se centra en reducir el volumen y la velocidad del agua que no se infiltra y que fluye sobre el suelo durante eventos de precipitación. Esto ayuda a prevenir la erosión, cuyo grado de afectación depende de aspectos como el tipo de suelo, la pendiente, la intensidad de la lluvia y la especie y grado de cobertura vegetal. Para

ello, se recomienda crear estructuras que gestionen el flujo del agua (como canales), la disipación de la velocidad del agua y la reducción de la intensidad de contacto de las gotas de lluvia, además de acondicionar áreas para la acumulación de suelo y agua (figura 36).

**Figura 36.** Reconocimiento de zonas de acumulación de humedad en lote de aguacate e implementación de acequias para drenaje. a. Pendiente baja; b. Zona de terraza; c. Parte plana del lote; d. y e. Construcción de acequias de drenaje.



Fotos: Luis Carlos Grajales Guzmán

### Construcción de acequias de drenaje



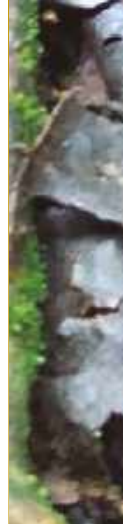
A continuación, se presentan recomendaciones que pueden servir para disminuir los efectos de la escorrentía sobre el suelo (figura 37):

1. Construya acequias de ladera y canales interceptores de forma manual o con equipos para recolectar y conducir la escorrentía a menor velocidad fuera del lote y hacia canales de drenaje sin causar erosión en puntos de recolección.
2. Instale barreras vegetativas o barreras vivas permeables y en curvas a nivel para disminuir el flujo de la escorrentía, y propiciar adecuaciones en el sitio para mejorar la infiltración del agua.

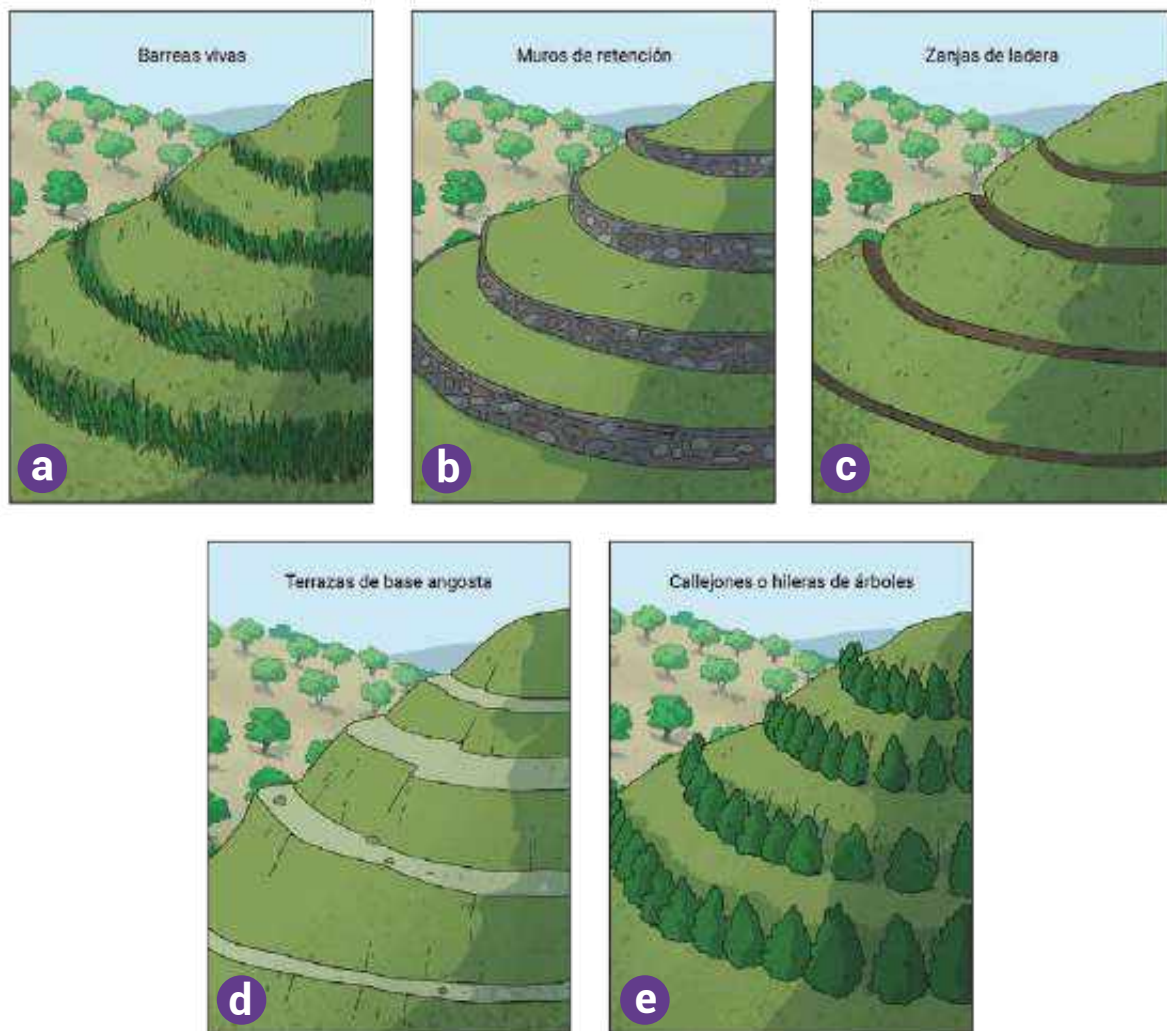
Las barreras vivas son filas de plantas de crecimiento tupido, como pastos de corte, caña, limoncillo y otras plantas disponibles en la región. Se recomienda sembrarlas desde la parte más alta del lote, transversal a la pendiente del terreno, siguiendo el contorno y con un ancho aproximado de entre 50 cm y 60 cm.

Permiten disminuir la velocidad del agua al escurrir por la ladera, retienen el suelo para evitar la erosión y conservan la humedad, lo cual permite mejorar el almacenamiento de agua en el suelo y disminuir la tasa de evapotranspiración.

Asimismo, para reducir eficientemente la escorrentía, se deben considerar factores como la variedad y crecimiento de la vegetación utilizada, facilidad de contacto entre la superficie del suelo y la vegetación, las dimensiones de la barrera, la longitud e inclinación de la pendiente, y la acumulación de residuos vegetales en la superficie del huerto.



**Figura 37.** Obras de reducción y corte de la pendiente para disminuir la escorrentía. a. Barreras vivas; b. Muros de retención; c. Zanjas de ladera; d. Terrazas base angosta; e. Callejones o hileras de árboles.



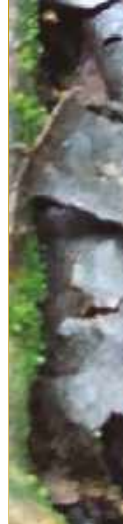
Fuente: Elaboración propia con base en Raudes y Sagastume (2009, p. 54).

La distancia entre las barreras vivas se relaciona directamente con la pendiente del terreno. Cuanto más alta sea la pendiente, menor será la distancia de las barreras, y cuanto más baja sea la pendiente, mayor será la distancia entre las barreras vivas.

## Mejore las condiciones de enraizamiento

El propósito fundamental de este principio es crear un ambiente físico, químico y biológico adecuado para que las plantas o cultivos puedan desarrollar un amplio sistema de raíces en el suelo. Esto facilita la toma de nutrientes y agua para su crecimiento y contribuye a la estructura y estabilidad del suelo, lo cual lo protege de procesos de degradación, como la compactación, el sellamiento y la erosión. Para conseguir las condiciones adecuadas de enraizamiento de los cultivos se recomienda:

1. Afloje las capas selladas y endurecidas que dificultan la penetración de las raíces mediante una labranza profunda durante la preparación del terreno y la creación de hoyos para las plantas. Para el cultivo de aguacate Hass, se recomiendan hoyos de 50 cm x 50 cm x 50 cm, los cuales deben enriquecerse con materia orgánica o abonos orgánicos para favorecer la porosidad y la retención de humedad (figura 38).
2. Construya camellones elevados. Esta práctica aumenta la profundidad de la zona de raíces sin inconvenientes de drenaje. Los surcos entre los camellones pueden ser ligeramente inclinados para facilitar el drenaje superficial del excedente de agua.



**Figura 38.** Factores para mejorar el enraizamiento del cultivo. a y b. Identificación de capas duras y compactadas; c. Raíces atrofiadas; d y e.. Ahoyado y preparación del terreno para descompactar.



Fotos: Diana Lucía Correa Moreno

3. Es importante que verifique las condiciones químicas del área de cultivo para identificar posibles deficiencias, desequilibrios nutricionales o la presencia de contaminantes que inhiban la actividad de las raíces. Los problemas nutricionales más usuales que afectan el incremento de las raíces incluyen deficiencias de fósforo y niveles tóxicos de aluminio, que se presentan en muchas zonas productoras de aguacate Hass en el país.

## Mejore la fertilidad química y la productividad del cultivo

Aunque este principio establece una relación directa entre la disponibilidad de nutrientes y la productividad del cultivo, las acciones para aplicarlo se basan en el manejo integral de la fertilidad del suelo, que abarca aspectos físicos, químicos y biológicos. Este enfoque permite alcanzar resultados positivos en términos de producción de biomasa y rendimiento de las plantas.

En consecuencia, las actividades que contribuyen a mejorar esta fertilidad buscan aprovechar y optimizar las particularidades químicas, físicas y biológicas del suelo que condicionan procesos bioquímicos para el intercambio de nutrientes en la matriz del suelo, el flujo de agua y aireación en el espacio poroso, y la actividad de organismos que participan en los ciclos de los nutrientes (figura 39).



### Información complementaria

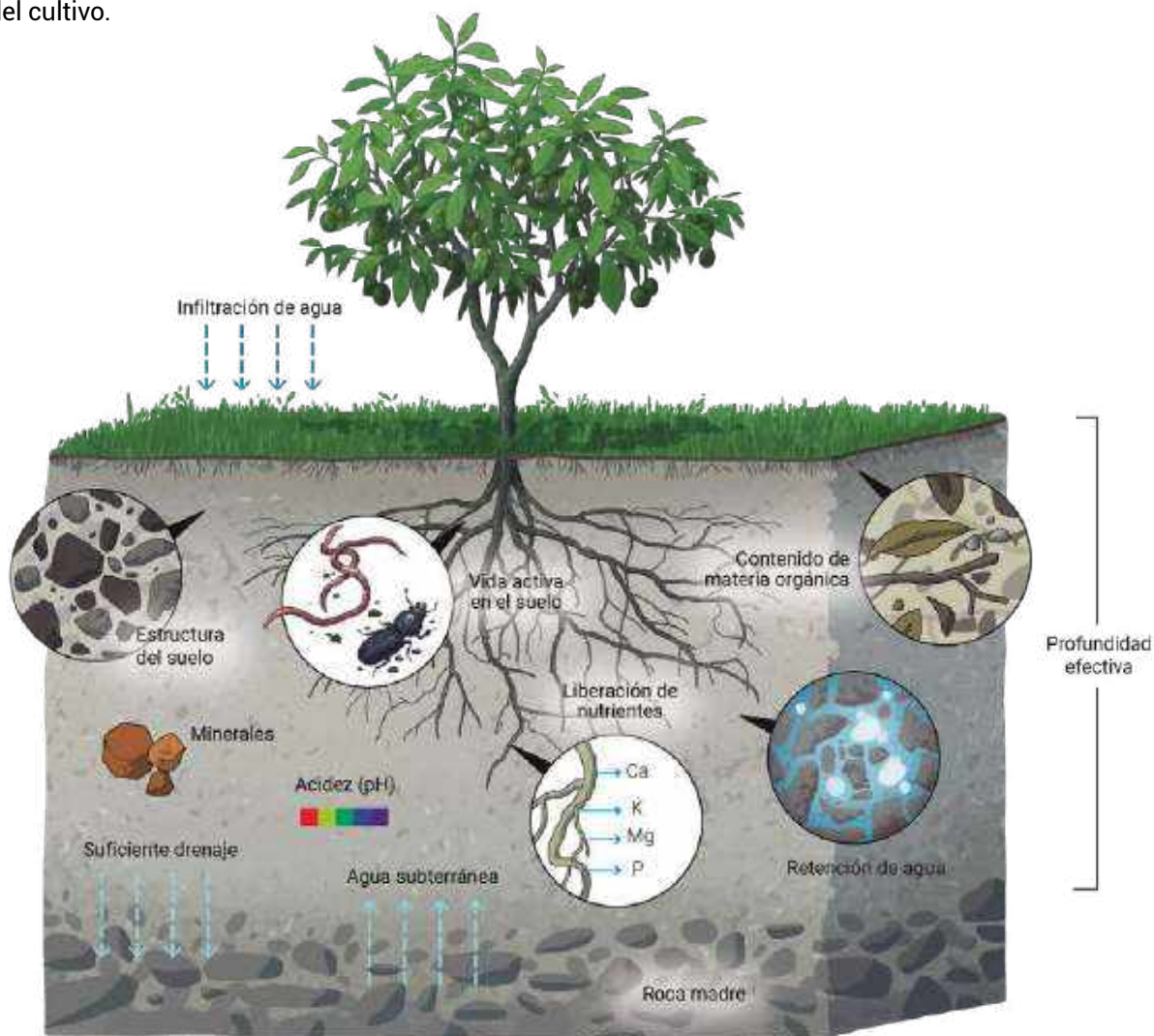
Para mayor información, consulte el manual *Prácticas de manejo sostenible para la fertilización y riego en aguacate Hass en el departamento de Cauca*.



Enlace al documento:

<https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406665>

**Figura 39.** Factores que intervienen en el mejoramiento de la fertilidad química y la productividad del cultivo.



Fuente: Elaboración propia con base en Eyhorn et al. (2005).

Entre las acciones que puede implementar para aumentar la fertilidad y la productividad de los suelos se encuentran (figura 40):

1. Realice un adecuado diagnóstico del estado nutricional, toxicidad o deficiencias identificadas en el suelo y en las plantas a través de análisis de suelos y tejidos. Esto permite implementar planes de mejoramiento mediante la aplicación de fertilizantes o enmiendas químicas u orgánicas como cal, cal dolomítica o yeso de acuerdo con el problema identificado.
2. Use abonos orgánicos disponibles y abonos verdes para mejorar la disponibilidad de nutrientes, pues estos tienen efectos beneficiosos en las propiedades físicas y químicas del suelo.
3. Maneje las condiciones de humedad del suelo de manera adecuada para la fertilización del cultivo. Esto se logra mediante el uso de residuos orgánicos en el lote y evitando la quema de rastrojos o coberturas vegetales producidos en la finca para reducir las pérdidas de nutrientes por **lixiviación**, volatilización y por traslado de la parcela, a excepción de aquellos nutrientes extraídos por las cosechas.

## Glosario

**Lixiviación:** es el proceso mediante el cual los nutrientes del suelo en su fase móvil o disponible son arrastrados de la zona de raíces por altas precipitaciones o riego en exceso.



**Figura 40.** Actividades para mejorar la fertilidad química y la productividad del cultivo. a y b. Utilización de abonos verdes (*Vicia arthropurpureum*) y coberturas vegetales; c y d. Uso de enmiendas químicas y abonos orgánicos (compost); e y f. Aprovechamiento de residuos vegetales de otros cultivos y utilización de hojarasca para mantener la humedad del suelo.



Fotos: Diana Lucía Correa Moreno

## Proteja las parcelas

La aplicación de este principio implica el conocimiento de la región o sitio de establecimiento del sistema de producción, así como la identificación de zonas aptas para el cultivo y los riesgos potenciales asociados a condiciones climáticas y topográficas que pueden contribuir a la erosión por lluvia, viento, inundaciones, deslizamientos, movimientos en masa y afectación de los cultivos por fuertes vientos. Entre las actividades clave para el manejo y conservación de suelos desde el establecimiento de los cultivos de aguacate se encuentran:

1. Realice actividades en el cultivo que permitan la protección y sostenimiento en el tiempo de las propiedades del suelo. Esto puede incluir el diseño o arreglo de siembra del cultivo, como la disposición en tres bolillos o cuadrado siguiendo las curvas a nivel según la pendiente, así como la realización de obras de adecuación del terreno y la construcción de canales de drenaje (figuras 41 y 42).
2. Trace curvas a nivel, pues esta práctica facilita la siembra de plantaciones a través de la pendiente y se realiza utilizando herramientas como el caballete o el agronivel. Además, permite estimar el grado de pendiente del terreno. Las curvas a nivel también se utilizan para la construcción de canales, acequias de ladera, el establecimiento de barreras vivas y franjas de cultivos asociados (Rodríguez et al., 2019).
3. Instale canales para colecta de la escorrentía que ingresa al cultivo, con el objetivo de evitar inundaciones.

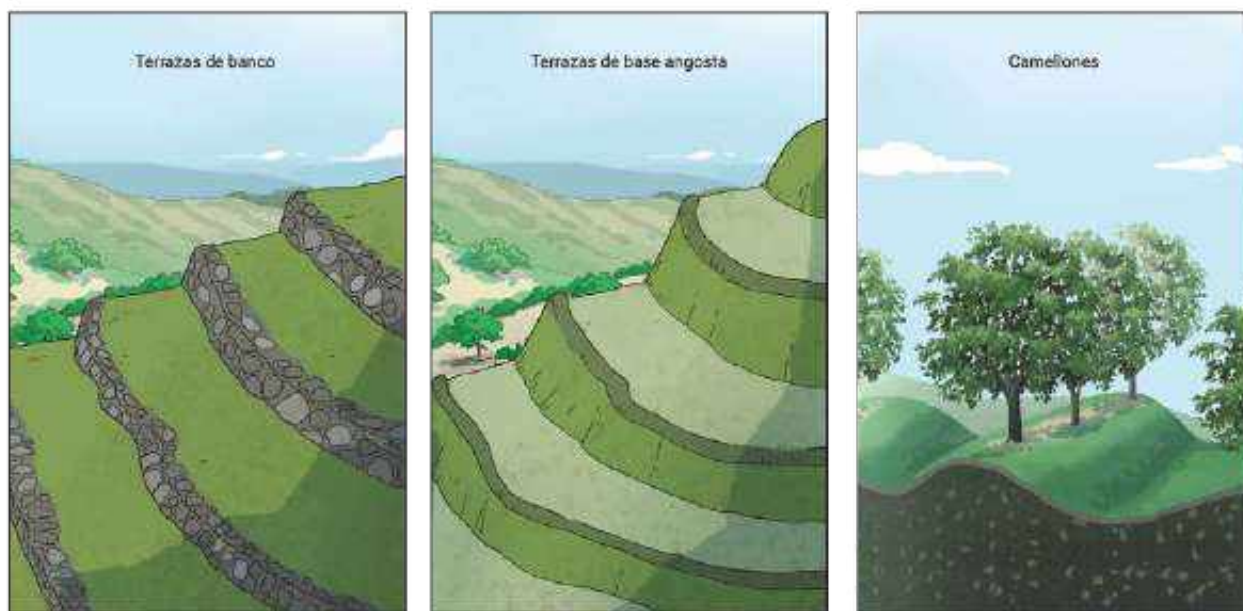


**Figura 41.** Actividades clave para la protección y mantenimiento de las propiedades del suelo.  
a. Uso de caballete para trazar curvas a nivel; b. Trazado del cultivo en cuadrado; c. Trazado del cultivo en tres bolillos; d. Establecimiento de barreras vivas y rompevientos.



Fotos: Diana Lucía Correa Moreno y Luis Carlos Grajales Guzmán

| **Figura 42.** Tipos de terrazas. a. De banco; b. De base angosta; c. Camellones.



Fuente: Elaboración propia con base en Raudes y Sagastume (2009, p. 51).

4. Establezca micro-barreras mediante labranza o siembra en contorno en el área del cultivo para evitar la escorrentía y proporcionar más tiempo para que el agua lluvia ingrese al suelo. La distancia entre estas barreras debe determinarse según el grado de pendiente; estas son más cercanas a medida que aumenta la pendiente.
5. Utilice camellones con o sin surcos tapados para formar el contorno si la pendiente es menor al 7 %. Sin embargo, es importante tener en cuenta los riesgos de desborde y erosión en pendientes más pronunciadas.

6. Utilice prácticas para reducir el grado de inclinación del terreno mediante el terraceo y la construcción de terrazas individuales, lo cual permitirá otorgar más tiempo para la infiltración de la lluvia (figura 43).
7. Instale canales de distribución para impedir el ingreso de aguas superficiales y subsuperficiales en el lote, lo cual disminuye la estabilidad de los suelos y facilita los deslizamientos.

**Figura 43.** Construcción de terrazas para el manejo de la humedad.



Foto: Diana Lucía Correa Moreno

Fuente: Elaboración propia con base en Raudes y Sagastume (2009, p. 54).

## Reduzca la contaminación del suelo y del ambiente

Este principio orienta la realización de actividades en el cultivo que promuevan sistemas de producción con una baja huella de carbono. Esto se fundamenta en el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y la utilización de insumos no perjudiciales para la biodiversidad. Además, se fomenta la conciencia sobre la gestión de los residuos generados y su aprovechamiento en actividades agropecuarias.

Las acciones asociadas a este principio para reducir la contaminación de los suelos y del ambiente incluyen:

1. Implemente prácticas sostenibles para el manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas, basadas en la bioeconomía y soluciones de la naturaleza. Esto implica el monitoreo de poblaciones de especies de alerta y el uso de bioinsumos que sean seguros para el medio ambiente.
2. Realice acciones y tome medidas en su finca para utilizar y disponer con responsabilidad los compuestos químicos utilizados en la agricultura.



### Información complementaria

*Manejo integrado de plagas de importancia económica y cuarentenaria del cultivo de aguacate *Persea americana* (Lauraceae): *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Depressariidae), *Heilipus lauri* y *Heilipus trifasciatus* (Coleoptera: Curculionidae)*



<https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406665>

*Reconocimiento de las principales limitantes fitosanitarias que afectan la calidad comercial del aguacate Hass*



<https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7406726>

3. Aplique los fertilizantes de manera fraccionada, de acuerdo con las necesidades del cultivo y la disponibilidad de nutrientes del suelo, con el fin de disminuir pérdidas por escorrentía.
4. Implemente prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión y la cantidad de sedimentos y contaminantes agrícolas que llegan a las aguas superficiales y subterráneas.
5. Monitoree regularmente la calidad de las aguas subterráneas y superficiales para obtener datos que orienten de manera efectiva la gestión de los suelos.

## Consideraciones finales

Reconocer el suelo en las zonas productoras, donde se ubican los huertos de aguacate Hass, es fundamental para adaptar las prácticas de manejo del cultivo. Esto se hace necesario para mantener las condiciones óptimas requeridas por el sistema productivo, con el objetivo de lograr altas producciones y una buena calidad de fruta, al mismo tiempo que se preserva la salud y la calidad del suelo.

La aplicación de prácticas de manejo del suelo que se ajusten a sus propiedades físicas, químicas y biológicas constituye la base de una agricultura productiva y sostenible. Por lo tanto, es esencial brindar un acompañamiento continuo a los productores para que adopten las recomendaciones generadas. Esto contribuirá a mejorar la productividad y la competitividad del cultivo de aguacate Hass en la región. 🌱