

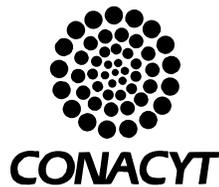
The background of the entire page is a repeating pattern of stylized avocado leaves and various green herbs. The leaves are depicted in shades of dark green, forest green, and bright green, with some showing yellow seed patterns. The herbs are thin, branching stems with small, pointed leaves. The pattern is set against a light, swirling, white background.

Manual de manejo **de coberturas vegetales** **en huertas de aguacate**

Manual de manejo **de coberturas vegetales** **en huertas de aguacate**

**Mayra E. Gavito, Yair Merlín-Uribe, Marta Astier Calderón,
Laura Villamil-Echeverri y Cynthia Armendáriz Arnez.**

**Universidad Nacional Autónoma de México
Consejo Nacional de Tecnología (CONACYT)**



Créditos

Autores

Mayra Elena Gavito Pardo*: mgavito@cieco.unam.mx; Yair Merlín Uribe; Marta Astier Calderón**; Laura Villamil Echeverri y Cynthia Armendáriz Arnez***

*Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, **Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, *** Escuela Nacional de Estudios Superiores, unidad Morelia. Universidad Nacional Autónoma de México.

Diseño y maquetación: Yair Merlín Uribe y Mayra E. Gavito

Este manual se elaboró con el apoyo del proyecto CONACYT-PRONACES-2021-319016

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua carretera a Pátzcuaro 8701, Col. Ex Hacienda de San José de La Huerta C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México.

Cita sugerida para la publicación:

Mayra E. Gavito, Yair Merlín-Urbe, Marta Astier Calderón, Laura Villamil-Echeverri, Cynthia Armendáriz Arnez. 2022. Manual de manejo de las coberturas vegetales en huertas de aguacate. 96 pp.

Índice

Presentación	5
Agradecimientos	7
Introducción	9
¿Por qué es importante hacer un buen manejo de la cobertura vegetal?	11
¿Cómo se han manejado las coberturas de las huertas?	13
¿Malezas o buenezas?	19
Funciones de las hierbas	21
Bichos que habitan en las hierbas	23
Servicios de las hierbas	24
Aprovechamiento de las hierbas	26
4 razones de peso para transitar hacia un mejor manejo de la cobertura	27
1. Productividad y rentabilidad	28
2. Salud humana y del ambiente	30
3. Conservación de los recursos que sostienen el cultivo	33
4. Estabilidad del cultivo a largo plazo	41
¿Por dónde empezar?	47
¿Dónde está la huerta?	48
Manejo de la luz	49
Manejo del suelo	53
Manejo del agua	56
Manejo de la fertilidad	59
Manejo de las hierbas	63
Manejo de las plagas	67
Manejo de la polinización	70
Ejemplos de remodelación de huertas para el manejo de la cobertura	75
Huerta cerrada en pendiente	75
Huerta con dosel semi-cerrado	77
Huerta abierta	79
Huertas en paisajes complejos	81
Huertas con fragmentos de bosque	83
Huertas con calles que cumplen un propósito específico	86
Conclusiones	89
Recomendaciones	90
Bibliografía	93

Cuadros

Cuadro 1. Costos de producción de aguacate por tipos de manejo en Uruapan, Michoacán	29
Cuadro 2. Ejemplos de prácticas de manejo que dan certidumbre al cultivo de aguacate	46

Figuras

Figura 1. Esquema y fotografía de huerta abierta	15
Figura 2. Esquema y fotografía de huerta semi-cerrada	16
Figura 3. Esquema y fotografía de huerta cerrada	17
Figura 4. Las avispas parasitoides	23
Figura 5. Las avispas del género <i>Trichogramma</i>	23
Figura 6. La milpa y sus arvenses	26
Figura 7. Rutas y vías de exposición a agroquímicos	31
Figura 8. Composición alimenticia del aguacate	37
Figura 9. Consumo de agua comparativo de cultivos	38
Figura 10. Proporción de costo de riego en cultivo de aguacate	39
Figura 11. Consumo de agua de la producción total anual de aguacate en 2018	39
Figura 12. Tendencias de factores que afectan al cultivo de aguacate	41
Figura 13. Producción e importación de aguacate entre 2010 a 2020	42
Figura 14. Incorporación de nuevos países productores al cultivo de aguacate	42
Figura 15. Tipos de estructura definidos por el manejo del follaje	50
Figura 16. Las raíces de las arvenses retienen la tierra	54
Figura 17. Absorción y disposición del agua de lluvia en el suelo de la huerta	57
Figura 18. Coloración de las hojas como indicador de estado nutricional	61
Figura 19. Liberación de nutrimentos por descomposición	62
Figura 20. Leguminosas silvestres fijadoras de nitrógeno en México	64
Figura 21. Asimilación de nitrógeno por las leguminosas	65
Figura 22. Factores que inciden en la abundancia de hierbas	66
Figura 23. Controladores naturales de plagas	68
Figura 24. Las plagas del aguacate y sus controladores silvestres	69
Figura 25. Flores masculina y femenina del aguacate	71
Figura 26. Catarina cazando en flor de aguacate	72
Figura 27. Polinizadores y visitantes florales en huertas de aguacate	74
Figura 28. Calle de huerta cubierta con <i>Tagetes lunulata</i>	87
Figura 29. Usos que algunos productores dan a las calles o espacios entre hileras	88



Trifolium sp.

Presentación

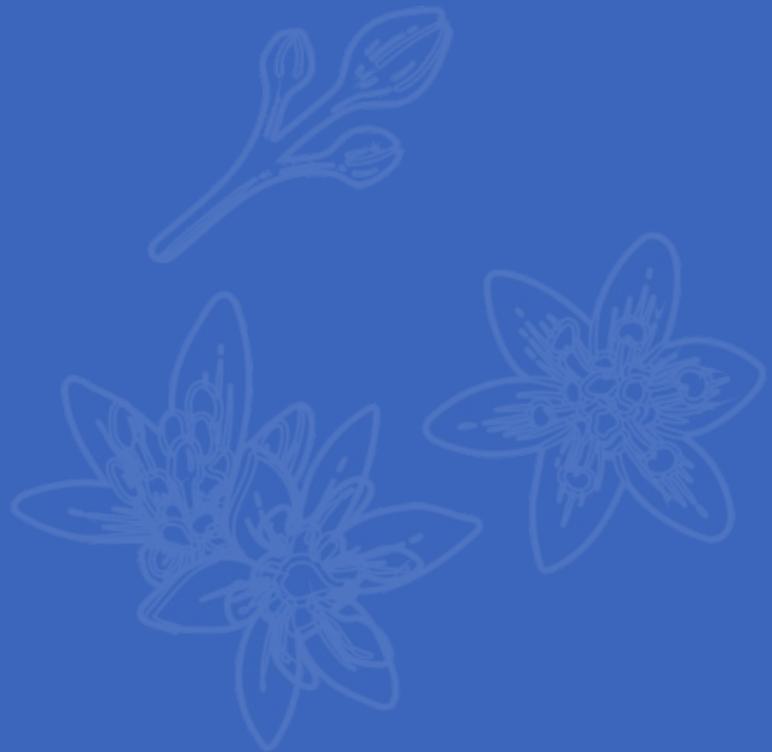
Este manual se ha preparado para animar a las personas que trabajan en las huertas de aguacate a aprovechar todo el potencial que tienen los espacios entre los árboles del cultivo focal. Las recomendaciones se pueden usar también para otros tipos de huertas, pero están centradas en el cultivo de aguacate. Hemos incluido mucha información y argumentos que muestran los enormes beneficios que puede traer el mantenimiento de una cobertura con alta diversidad de especies y con buena planeación del espacio. También hemos hecho un esfuerzo por mostrar ejemplos y dar recomendaciones que les permitan hacer un diseño de la cobertura a la medida de cada huerta, porque todas tienen sus circunstancias particulares y no existe una fórmula única para ellas.

Las huertas de aguacate pueden ser más que árboles y callejones de tránsito, los espacios se pueden aprovechar tanto para obtener beneficios adicionales como para compensar los efectos nocivos que las prácticas de manejo necesariamente ocasionan en el suelo, el agua y el aire. Así, en lugar de combatirla, la presencia de otras plantas se vuelve parte del sistema productivo y un escenario de acciones para obtener productos adicionales para uso propio o comercializables, mejoras ambientales y conservación de los recursos naturales que sostienen el cultivo.



Las regulaciones ambientales van constantemente en aumento y cada vez son más estrictas en lo que se refiere al uso de productos agroquímicos, contaminación del ambiente, degradación de los recursos naturales, etc. El mercado cada vez se vuelve más exigente también en la inocuidad de los alimentos que consume. Por estas razones, transitar hacia buenas prácticas de manejo y conservación del ambiente se está volviendo indispensable para comercializar mejor el producto.

Esperamos que este manual despierte su curiosidad e interés por saber y entender más sobre las formas de convivir y aprovechar, en lugar de combatir, las otras especies de organismos que crecen en las huertas. También esperamos que disfruten y aprecien la belleza que encierran estos lugares y que vale la pena conocer.



Agradecimientos

Las y los autores de este manual agradecen en primerísimo lugar a todas las personas productoras cooperantes que nos brindaron acceso a sus huertas, nos permitieron hacer estudios y experimentos y nos brindaron información sobre el manejo y seguridad durante los muestreos. Sin su colaboración el presente manual no hubiera sido posible. Por acuerdo de confidencialidad no proporcionamos sus nombres pero no dejamos de reconocer sus aportaciones, ustedes saben que nos referimos a ustedes. Aprendimos mucho y deseamos que les guste ver todo su conocimiento y generosidad plasmado en el contenido de este manual que preparamos amalgamando todos los saberes. Seguramente nos ayudará a transitar hacia mejores prácticas y un futuro menos incierto para nosotros y nuestros modos de vida.

El material que aquí se presenta viene del trabajo de varios proyectos anteriores y de muchas personas que han ayudado a construirlo investigando, experimentando, compilando y analizando. Los proyectos financiados por Fundación Produce Michoacán y COFUPRO “Evaluación del impacto ecológico del cultivo de aguacate a nivel regional y de parcela en el Estado de Michoacán: validación de indicadores ambientales en los principales tipos de producción”, por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM TB100412-RR190412 “Métodos de monitoreo participativo de indicadores de impacto ambiental del cultivo de aguacate a escala parcela y regional” y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT-2021-319016 “Manejo de la cobertura vegetal para el control de arvenses en México”, son el pilar de todo el trabajo realizado. Este acervo de valiosa información es una selección de todo lo que han aportado Juan Martínez Cruz, Guadalupe Cornejo Tenorio, Ricardo Ayala Barajas, Enrique Ramírez García, Laura Villamil Echeverri, Eloy Rubicel Pat López, Jean Arnaud García Brulé, Sesangare Campos Quintana, Vanesa Bonilla Valderas, Ana Lidia Sandoval Pérez, Miguel Prado, Juan Tenopala Carmona, Raúl Ahedo, Alfredo Fuentes, Amaranta Amador, Estela Carmona, Ricardo Aguilar, Raquel González e Iván Pérez Bedolla.





Introducción

El cultivo de aguacate es, sin duda, uno de los que más ha crecido en los últimos años en todo el mundo. Se produce ya en muchos países pero México sigue siendo el principal productor en el mundo por la diversidad de suelos y climas que existen, que lo convierten en un lugar privilegiado para el buen desarrollo de este cultivo en particular. Este es, además, un cultivo generoso, sencillo y bien pagado, que significa muchas bondades para los productores, en comparación con otros que requieren mayor infraestructura y conocimiento técnico y conllevan muchos riesgos porque son muy vulnerables a las variaciones del clima y tienen una ventana de aprovechamiento muy corta en el año.

No es de extrañar que sea un cultivo tan popular y tenga la enorme superficie de cultivo que hoy tiene, expandiéndose sin control por varias regiones del país. Por lo mismo, es muy importante que los recursos naturales que permiten el desarrollo del cultivo se preserven para que puedan ser el modo de vida de muchísimas generaciones más.

Actualmente circula mucha información sobre los impactos ambientales negativos del cultivo que hacen pensar a muchos que el aguacate es un cultivo dañino para el ambiente. Nada más alejado de la realidad. El aguacate, como todo cultivo, puede ser manejado y producido bien o mal, con cuidado o con descuido del ambiente y es decisión de quien lo cultiva la forma de aprovechamiento que quiere hacer. Su expansión debería ser regulada por las instituciones pertinentes para preservar los recursos, los bienes y los derechos de la sociedad en general, pero cada productor o productora tiene el poder de decidir y transformar su sistema de producción para hacerlo mejor.

Con este manual buscamos generar conciencia de lo importante que es hacer un manejo integrado y responsable con el ambiente y el resto de la sociedad en todo sistema productivo y proporcionar información y recomendaciones para lograrlo. Solo que, en este caso particular, nos centraremos en las huertas de aguacate y en el manejo de la cobertura vegetal. Empezaremos por explicar a qué nos referimos cuando hablamos de manejo de la cobertura vegetal.



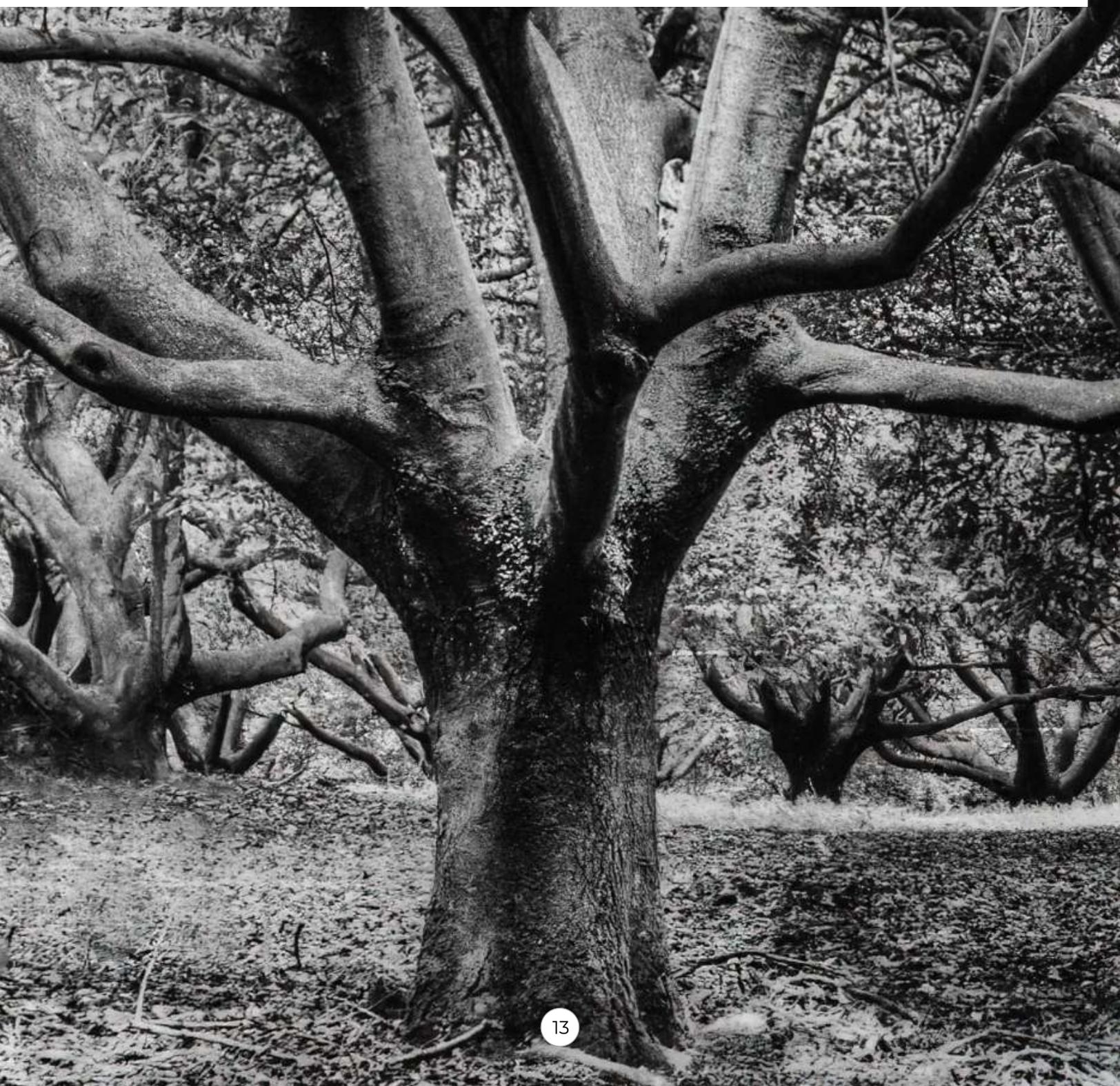
¿Por qué es importante hacer un buen manejo de la cobertura vegetal?

La cobertura vegetal la forman todas las plantas que están cubriendo la tierra. Por eso, en las huertas de aguacate se refiere tanto a los árboles de aguacate como a las hierbas que están creciendo en los espacios, debajo y entre los árboles, y también a cualquier otro árbol o arbusto que esté presente, ya sea sembrado con algún propósito o como parte de los cercos de la huerta. Aunque el cultivo en el que se centra el manejo es el aguacate, las otras plantas presentes pueden traer muchos beneficios, en lugar de verse como competidoras o enemigas del cultivo, deberían aprovecharse en lugar de combatirse.

En las huertas, los árboles de aguacate cubren solo una parte de la tierra, debajo de los árboles casi siempre está cubierto de hierbas o de hojas muertas que caen del aguacate o de los cortes de las hierbas (hojarasca). Las calles o camellones se usan para pasar con máquinas y vehículos para las labores de la huerta, pero ese es un espacio que puede servir para muchas cosas. Con este manual buscamos aportar información y métodos para aprovechar ese espacio mucho mejor y traer más beneficios al cultivo, a la sociedad y al ambiente, del que todos dependemos.



¿Cómo se han manejado las coberturas de las huertas?





Las huertas que generalmente se observan en las zonas aguacateras tienen tres tipos de coberturas: abiertas, semi-cerradas y cerradas.

Las huertas abiertas tienen árboles de porte pequeño y callejones amplios con mucha luz, casi siempre la tierra se observa cubierta de hierbas. Estas huertas facilitan el tránsito de los vehículos y son menos propensas a las enfermedades y plagas que trae el exceso de humedad pero requieren mucho mantenimiento de las hierbas.



Figura 1. Esquema y fotografía de huerta abierta. ↻





2 Las huertas semi-cerradas tienen árboles medianos, de hasta cinco metros de altura, y copas más frondosas que casi se llegan a tocar. Los callejones se ven más estrechos y medio sombreados y están menos cubiertos por hierbas. En estas huertas el tránsito de los vehículos y las labores son más complicados, pero el mantenimiento de las hierbas se reduce y no hay muchos problemas de humedad y oscuridad.

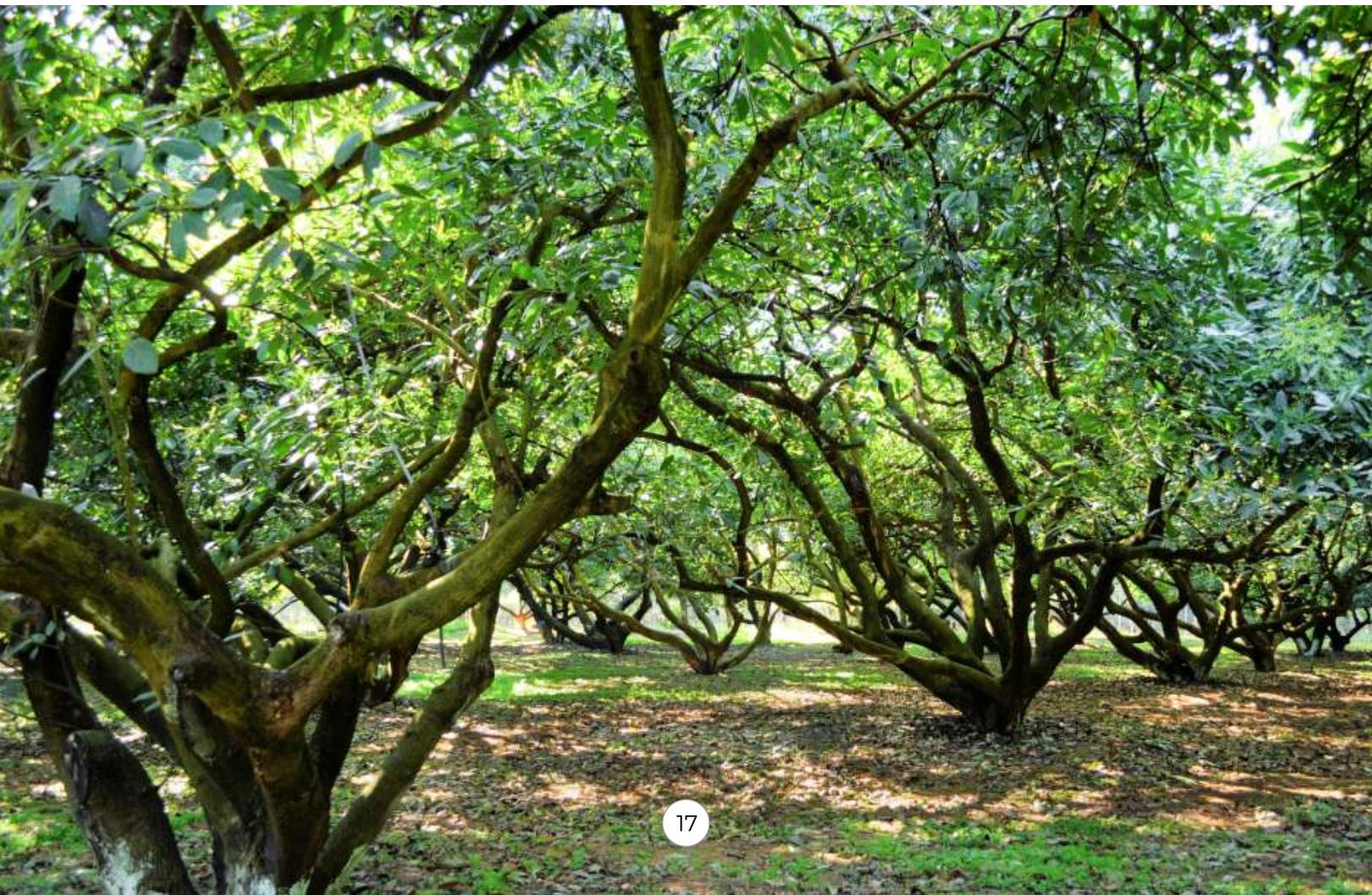


Figura 2. Esquema y fotografía de huerta semi-cerrada. 📍

3 Las huertas cerradas tienen árboles de hasta 10 metros de altura, a veces hasta más, por lo que las copas se superponen. Los callejones son oscuros y están cubiertos por las copas altas. La falta de luz hace que no prosperen las hierbas y abunde la hojarasca. Antes se acostumbraba el estilo de las huertas altas y cerradas, que tienen la ventaja de que no requieren ningún manejo de las hierbas, pero la desventaja de que la cosecha y el manejo del aguacatero se vuelven muy complicados.



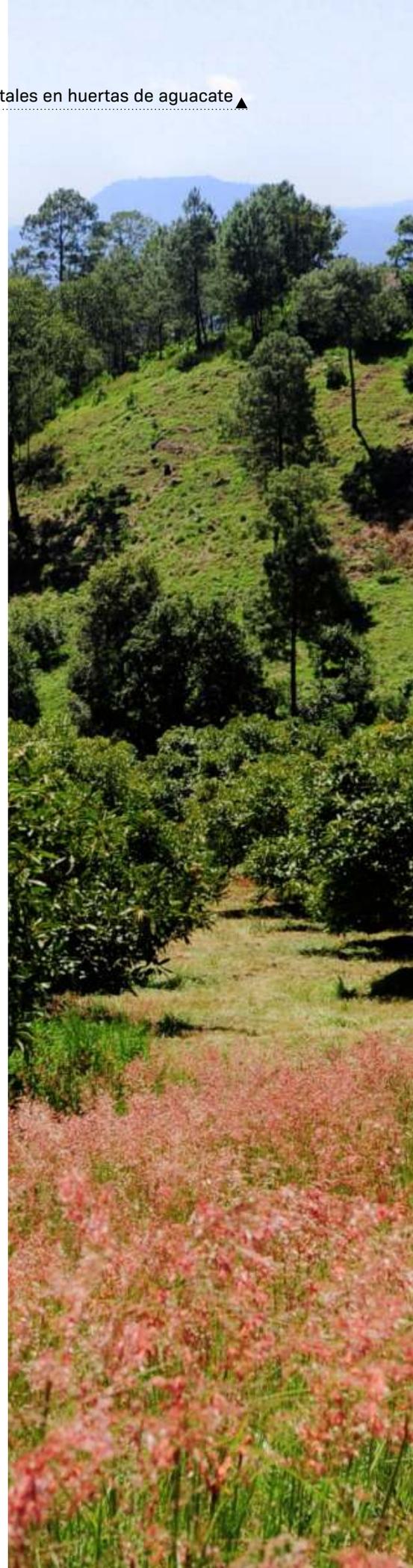
Figura 3. Esquema y fotografía de huerta cerrada. ↻



Históricamente, la presencia de otras plantas en el cultivo de aguacate se ha combatido de varias formas porque se las considera competidoras de los recursos que se le suministran al aguacate, atractoras de plagas y enfermedades y, cuando crecen demasiado, un estorbo para la circulación. En algunos lugares o fechas se ha llegado a combinar el cultivo del aguacate con otro, como el café o la macadamia, pero eso cada vez es menos común; sin embargo, lo que más hay, por mucho, son hierbas.



El pasto rosado (*Melinis repens*) es una especie de pasto muy común en las huertas que ayuda a retener el suelo para que no se erosione cuando llueve. Además crea porosidad, lo que facilita que el agua de lluvia y riego penetre el suelo y “respire”. ➤



¿Malezas o buenezas?

Las malezas, arvenses o malas hierbas son las plantas que crecen de forma silvestre, sin que nadie las siembre, sobre todo las que están asociadas a los cultivos porque aprovechan rápidamente los recursos que se le suministran a los cultivos (nutrientes y agua). En la naturaleza, es raro ver que prospere un solo tipo de planta y domine completamente en algún lugar. Hasta cuando parece que solo hay una, si se revisa con cuidado, siempre hay otras plantas y organismos acompañándose.



«LA MAYORÍA DE LAS ARVENSES APORTAN TANTOS BENEFICIOS AL CULTIVO QUE ES INJUSTO LLAMARLES MALEZAS»

Lo anterior tiene una razón de ser, una sola planta no puede cumplir todas las funciones que se necesitan en el ecosistema y las diferentes plantas se complementan para cubrirlas. Cuando queremos mantener un solo tipo de planta, se invierten mucho tiempo y recursos porque en el fondo se está luchando contra la complementación que sostiene a la naturaleza, lo que genera diversos desequilibrios que luego tendremos que resolver.



Algunas plantas tienen la capacidad de mejorar la tierra para que pueda tomar más agua cuando llueve, como los pinos y los encinos. Otras plantas, como los pastos y las plantas que crecen en roseta, ayudan a guardar más agua en la tierra evitando que se evapore con el calor porque tapan muy bien y tienen raíces finas y profundas.

**“LA DIVERSIDAD ES NECESARIA
PARA QUE TODAS LAS FUNCIONES
DEL ECOSISTEMA ESTÉN CUBIERTAS
POR ALGUNA ESPECIE”.**

Funciones de las hierbas

Hay plantas silvestres que ayudan a controlar la pérdida de la tierra por arrastre cuando llueve o hay mucho viento (erosión). Las huertas de aguacate suelen estar en terrenos inclinados y los suelos buenos para el aguacate son de los que son más sueltos y esponjosos por lo que se desprenden y se lavan con la lluvia fuerte. Los pastos y otras hierbas protegen completamente al suelo de las tormentas, pero dejan pasar muy bien el agua que queremos que se infiltre, empape y escurra a alimentar los cuerpos de agua de la zona aguacatera.



Pastos muy comunes como los del género *Cyperus*, *Agrostis* y *Cynodon* retienen muy bien el suelo y la humedad de la huerta.



Macropitium gibbosifolium
especie fijadora de nitrógeno

Algunas plantas aumentan la fertilidad y ayudan a reciclar nutrientes del suelo. En sus raíces pueden existir organismos que fijan el nitrógeno que está en la atmósfera y lo ponen a disposición de los cultivos, otros que le traen agua y nutrientes de rincones lejanos o escondidos, otros que movilizan nutrientes que de otra manera estarían inaccesibles y otros que liberan nutrientes de la materia orgánica del suelo. También proveen oxígeno y ayudan a consumir el carbono de la atmósfera, elemento implicado en el calentamiento global y el cambio climático.

Bichos que habitan en las hierbas

Otras especies también hospedan insectos que controlan plagas de forma natural. Algunos controladores (depredadores) cazan insectos plaga y los devoran o ponen sus huevos en éstos para que sus larvas los devoren.

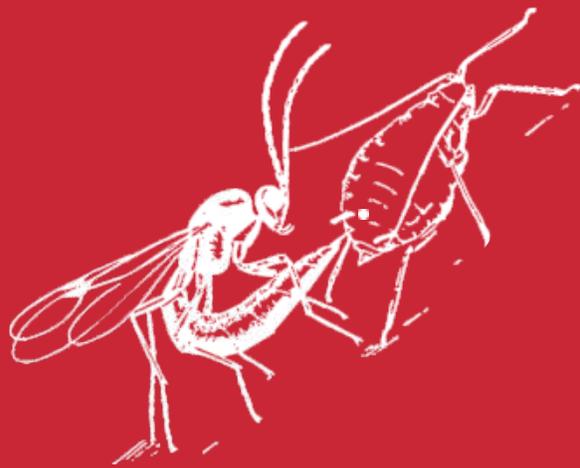


Figura 4. Las avispas parasitoides depositan sus huevos dentro de los áfidos, una especie nociva para algunos cultivos. Crédito: Departamento de Agricultura de Estados Unidos. ◀

Otros controladores depositan sus huevos cerca de los insectos plaga y cuando las larvas nacen, se alimentan de este hospedero hasta que alcanzan el estado adulto y el hospedero muere (parasitoides).

Figura 5. Las avispas del género *Trichogramma* depositan sus huevos dentro de los huevos de palomilla, una especie muy dañina para la mayoría de los cultivos. Crédito: Departamento de Agricultura de Estados Unidos. ▶



Servicios de las hierbas



Muchas de las arvenses también son usadas como alimento, medicina e incluso para hacer artesanías. Además, cuando están en floración constituyen un elemento del paisaje, que se traduce en una sensación de bienestar en las personas.

Zornia reticulata
Hierba de la víbora

A close-up photograph of a butterfly with black wings and yellow spots feeding on a yellow flower. The background is a blurred green field.

«LAS ARVENSES JUEGAN UN PAPEL MUY IMPORTANTE EN EL MANTENIMIENTO DE LOS POLINIZADORES, YA QUE CONSTITUYEN UNA IMPORTANTE FUENTE DE NÉCTAR Y POLEN, DE LOS QUE SE ALIMENTAN».

Aprovechamiento de las hierbas

Las arvenses raramente son perjudiciales para los cultivos, de hecho, se pueden aprovechar las cualidades de cada especie, ya sea con fines alimenticios, medicinales, ornamentales o por su función ecológica. La milpa, por ejemplo, combina especies comestibles como el frijol, los quelites y el maíz. Las raíces del frijol forman nódulos donde viven bacterias con la capacidad de fijar nitrógeno de la atmósfera, el cual puede ser transferido del frijol al suelo y a las plantas vecinas como fertilizante natural y gratuito. Los hongos micorrízicos que viven en las raíces del maíz y el frijol pueden aumentar la transferencia de nutrientes y agua. En estudios recientes se ha demostrado que el manejo de las herbáceas puede generar un aumento de la productividad del cultivo, además de ayudar a disminuir la frecuencia y abundancia de plagas.

**“EN EL SISTEMA DE MILPA,
LAS RAÍCES DE LOS QUELITES
RETIENEN EL SUELO Y AYUDAN
A GUARDAR HUMEDAD».**



Figura 6. En la milpa varias arvenses comúnmente conocidas como quelites realizan diversas funciones: como fijación de nitrógeno, atracción de polinizadores o protección del suelo, entre otras. 📌

4

Razones de peso para transitar hacia el manejo de la cobertura



1. Productividad y rentabilidad

El 30% de los costos de inversión para producir una hectárea de aguacate son destinados a insumos como los fertilizantes químicos, pesticidas y herbicidas (Franco et al., 2018). La fertilización, sea sintética u orgánica, representa el mayor costo. Una porción importante de dichos costos se va también en el corte de las hierbas que crecen entre y debajo de los árboles. El corte se realiza para facilitar el acceso y la circulación, pero se hace con frecuencia sobre todo en las huertas que exportan y deben cumplir con las normas sanitarias en las inspecciones y en los cortes de fruta. Los productores entrevistados han mencionado que se les exige siempre que la hierba esté cortada, aunque la altura del corte parece depender de la persona que inspecciona, y se ha reportado que en promedio se hacen dos inspecciones y dos cortes de fruta al año, con lo que el paso de la desbrozadora es de seis veces al año, esto puede llegar a representar alrededor de 30 jornales y 120 litros de consumo de gasolina, lo que significan \$12,000 al año (Ver cuadro 1).



Cuadro 1. Costos de producción de aguacate por tipos de manejo en Uruapan, Michoacán. ▼

Costo por hectárea (Pesos mexicanos)	Orgánico de exportación	Convencional de exportación	Convencional Nacional
Rendimiento (ton/ha)	14	10 - 20	8
Costos de producción	\$85,000 ^(a)	\$90,000 - \$200,000 ^(a y c)	\$131,252 ^(c)
Costos de fertilizantes	\$60,000 ^(a)	\$69,000 ^(c)	\$69,000 ^(c)
Costos de plaguicidas	\$8,000 ^(a)	\$28,000 ^(b)	\$23,761 ^(c)
Costo de manejo de arvenses	\$12,000 ^(a)	\$28,400 ^(c)	\$28,400
Prácticas de manejo de arvenses	Desbrozadora ^(c)	Desbrozadora y/o herbicidas ^(a y c)	Desbrozadora y/o herbicidas ^(a y c)
Jornales para deshierbar	25 ^(a)	27 ^(c)	27 ^(c)
Energía de combustibles para el control de hierbas	2,260 MJ/ha ^(d)	2,590 MJ/ha ^(d)	2,590 MJ/ha ^(d)
Eficiencia energética en el proceso de producción**	1.29 ^(d)	1.05 ^(d)	1.05 ^(d)
Precio de venta/kg (empacadora)	\$69.0 ^(a)	\$40.0 ^(d)	\$25.0 ^(a)

Fuentes: (a) Datos campo huertas Uruapan y Acuitzio del Carmen noviembre y diciembre 2021; (b) Franco et al., 2018; (c) FIRA, 2021 y (d) Guzmán y Astier, 2017.

*Los megaJoules (millones de Joules) expresan unidades de energía, trabajo y calor. Puede definirse como la cantidad de trabajo necesario para mover una carga en un tiempo y espacio específico.

** La eficiencia energética mide el rendimiento que un sistema obtiene del combustible o del flujo de energía primaria que utiliza para producir un producto.

La mayoría de los productores tienen claro qué tienen que hacer para mantener o aumentar la producción y rentabilidad de la huerta. Sin embargo, modificar el tipo de manejo puede aumentar la rentabilidad y favorecer los procesos de la naturaleza sin requerir una cuantiosa inversión. Manejar las hierbas con prácticas mecánicas en lugar de químicos tóxicos, como el glifosato (Faena, Roundup), es más costoso. Se invierten un poco más de jornales y combustible, pero los beneficios de manejar la cobertura son muchos. A mediano y largo plazo se reducirán los costos de pesticidas, agua de riego, fertilización, polinización y el cultivo será más rentable, sustentable y cuidadoso del ambiente, dando así más confianza a los consumidores.

2. Salud humana y del ambiente

El Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) reporta que el 88 % de los productores regulares de Michoacán generan diversos problemas de contaminación que van de regulares a severos, asociados con erosión por tipo de cultivo, daño a mantos acuíferos por agotamiento y contaminación por uso de pesticidas. Destaca que el 49 % de los productores utilizan fertilizantes y pesticidas con un alto nivel de contaminación, y de éstos el 34 % lo hace con niveles de contaminación extremadamente elevados. El glifosato, altamente tóxico, es el herbicida más usado para control químico, pero el uso de herbicidas afortunadamente no es común (Villamil et al., 2018), se usa más el control mecánico. Estos autores reportaron, en cambio, el uso de insecticidas muy tóxicos como el Malatión, Aldrín, Lambdacihalotrina y Permetrina en las huertas con manejo convencional químico.

¿Cómo entran los agrotóxicos al cuerpo y qué efectos tienen en la salud de las personas?

Michoacán y Jalisco, los principales estados productores de aguacate, han registrado las mayores tasas de intoxicación por agroquímicos en el país, (Guzmán Plazola *et al.*, 2016) y se sospecha que estos productos están relacionados con la alta incidencia de cáncer en la población. El INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) indica que en México los tumores malignos eran la tercera causa de muerte, hasta antes de la pandemia de Covid 19, que los desplazó al cuarto lugar. Desafortunadamente, la exposición a agrotóxicos no solo afecta directamente a los trabajadores de las huertas, quienes frecuentemente los aplican sin la protección y los cuidados necesarios, sino a todos los pobladores cercanos porque estos compuestos viajan con el aire y el agua fuera de las huertas. Muchos de esos agrotóxicos no traen instrucciones de uso claras y no dan información concisa para realizar el cálculo correcto de las dosis a aplicar, por lo que con frecuencia se aplican en exceso. Además, la inspección de residuos de pesticidas en el fruto es rigurosa para la exportación, pero en el mercado nacional hay escaso control, tanto del tipo de productos aplicados como de residuos tóxicos en los frutos.



Figura 7. Rutas y vías de exposición a productos utilizados en el cultivo de aguacate.

Elaboró: María del Carmen Díaz Trasviña. 🗣️

Los agrotóxicos pueden entrar por diferentes rutas (aire, agua, suelo, aire, alimentos) y vías de exposición (nariz, ojos, piel, boca). Cuando entran al organismo pueden tomar distintos caminos a través de los cuales se absorben, se distribuyen y en alguna proporción se eliminan a través del sudor, la orina o las excreciones. Los efectos por la exposición a los productos que se usan en la producción de aguacate dependen de cuál es el mecanismo a través del cual entran al organismo, la cantidad de producto, la frecuencia con la que se aplican, cómo se hace la fumigación y el grado de toxicidad de cada producto, como se observa en la figura 7.

La mayoría de las veces se aplican mezclas de diferentes productos que se combinan con agua en las proporciones que indica la etiqueta del plaguicida, herbicida o fungicida; se hace la aplicación mensual utilizando, por lo general, un sistema de aspersión con manguera y de forma directa sobre la copa de los árboles de aguacate.

3. Conservación de los recursos que sostienen el cultivo

Suelo

El aguacate es un árbol que necesita suelos profundos, con muy buena aireación, para que sus raíces se extiendan y desarrollen sanas y con amplitud. Su sistema de raíces podría representarse como una imagen en espejo de la copa, pero extendida en el suelo, para dar una idea del volumen que necesita para desarrollarse al máximo.



Representación del sistema radical del aguacatero. 🌳



Aguacate sembrado en suelo tipo andosol. 🌳

Cuando el aguacate no cuenta con el espacio suficiente, se puede desarrollar, pero de manera limitada, y cuando no tiene buena aireación es aún más difícil mantenerlo sano. Por eso los andosoles de la franja aguacatera de Michoacán son un tesoro que hay que cuidar para mantener el cultivo. Las regiones que no cuentan con este tipo de suelos requieren de muchos esfuerzos y cuidados para lograr un desarrollo equivalente. En algunos casos el suelo no es apto para el cultivo y sería incosteable mantenerlo.

Lo más importante es que el suelo no se pierda, porque eso es irremediable, toma cientos de años regenerar un centímetro. El suelo debe estar completamente sujeto por la cobertura de hierbas enraizadas que son la cobertura natural que lo protege al 100%, lo deja respirar, captar y almacenar agua y le inyecta continuamente alimento a la actividad biológica de miles de organismos. Cuando el suelo está cubierto por hojarasca, o solo tiene cobertura de hierbas en algunas partes, se va perdiendo de manera imperceptible, incluso cuando está cubierto por la copa del aguacatero. Por eso, el primer paso de la conservación es que el suelo no se vaya a ningún lado, debe estar bien cubierto de hierbas (García-Brulé, 2015).



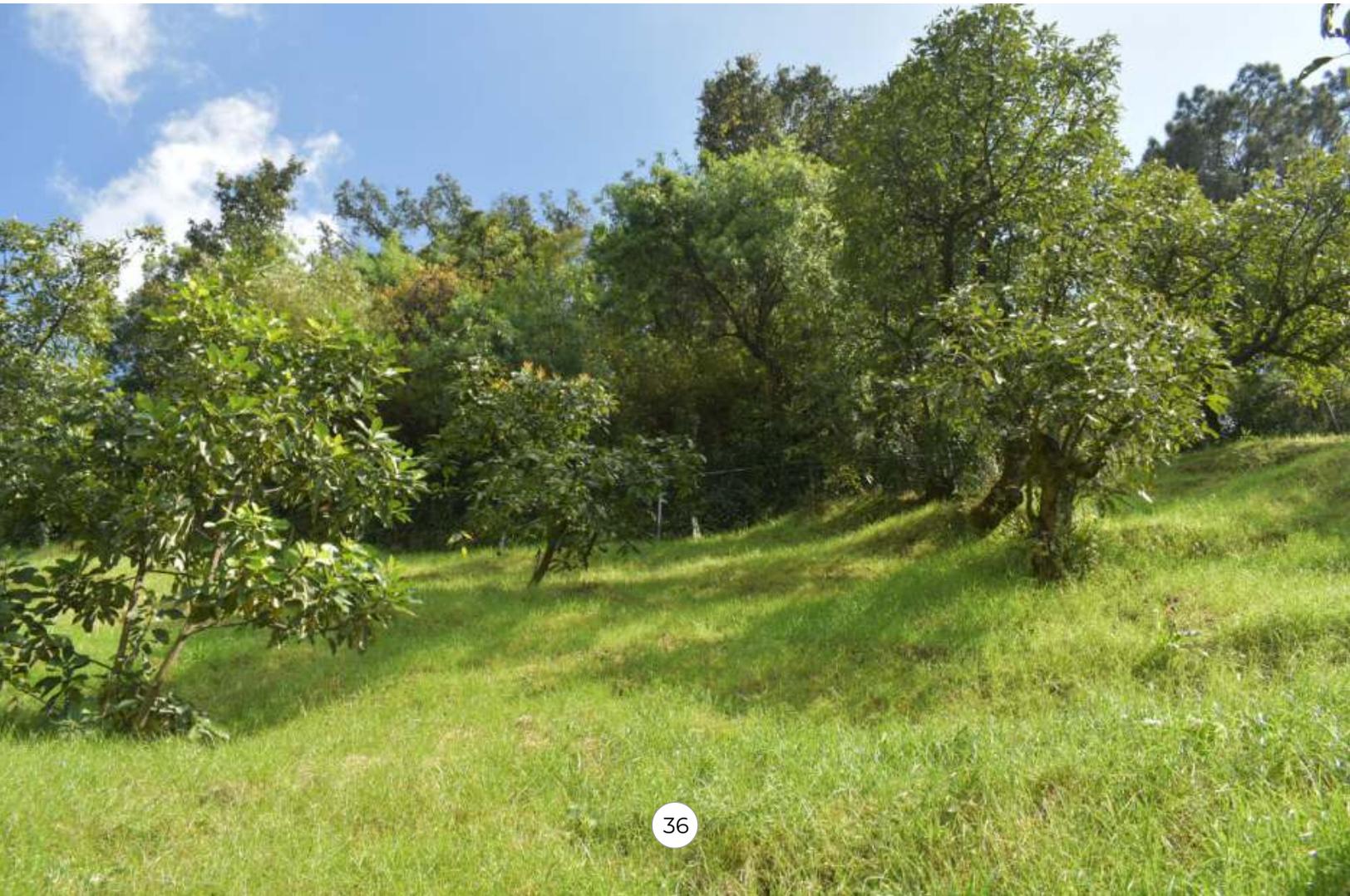


Huerta de aguacate manejada con herbicidas y con un suelo de fácil erosión en Michoacán. 📍

Al suelo hay que quererlo y eso se nota en el manejo que se le da, se tiene que cuidar que por ningún motivo se degrade. Se ponen tantas sustancias para fertilizar y controlar plagas y enfermedades, que es casi imposible que no se afecte (Bonilla-Valderas, 2015). Lo importante es que no exceda los límites en los que puede regresar a su condición normal; cuando la aplicación de productos es excesiva y distorsiona el funcionamiento del suelo, este ya se queda por mucho tiempo en estado alterado. Se han medido hasta 100 veces más nitrógeno y hasta 1000 veces más fósforo en el suelo bajo las copas del aguacate que en el suelo de los bosques vecinos o incluso que en los camellones de las huertas (Gavito et al., 2010). Ese exceso contamina el suelo y eventualmente llegará a contaminar el agua que escurre de las huertas, causando también problemas de salud humana y contaminación de los cuerpos de agua.

Lo mejor para el suelo y para la rentabilidad del cultivo es no fertilizar ni fumigar en exceso, solamente poner lo necesario, acompañando continuamente las decisiones de aplicación con análisis de suelo, análisis de nutrientes en las hojas y cálculos de lo que hay que regresar en función de lo que se fue en la cosecha. Llegamos a documentar aplicaciones de hasta 600 kg de nitrógeno para los árboles de una hectárea en algunas huertas, pero nuestros análisis de suelo y de hojas de varias huertas mostraron que las concentraciones óptimas de nitrógeno en las hojas se alcanzaban con aplicaciones de solo 100-150 kg por hectárea (Pat-López, 2015). Los 400-500 kg/ha que se aplicaron de fertilizante en exceso representaron un gran costo de producción que no fue utilizado por los árboles, contaminó el suelo y seguramente se lavó con el agua de lluvia para contaminar los ríos.

Huerta de aguacate manejada sin herbicidas y con manejo de cobertura en Michoacán. ▼



Agua

El aguacate es un fruto con alto contenido de agua (Fig. 8). Si bien dentro de su franja climática puede satisfacer sus necesidades de humedad con las lluvias de la temporada, el cultivo comercial de alto rendimiento demanda gran cantidad de agua. Algunas investigaciones han demostrado que la evapotranspiración en un huerto de aguacate es 30% mayor que en un bosque y que un árbol de aguacate consume 4 veces más agua que un árbol de pino (Gómez-Tagle, 2015). Hace 25 años todas las huertas eran de temporal y demandaban solamente un riego de auxilio. Hoy en día, la mayoría de las plantaciones invierten grandes cantidades de plástico y recursos económicos en el establecimiento de aljibes y sistemas de riego.

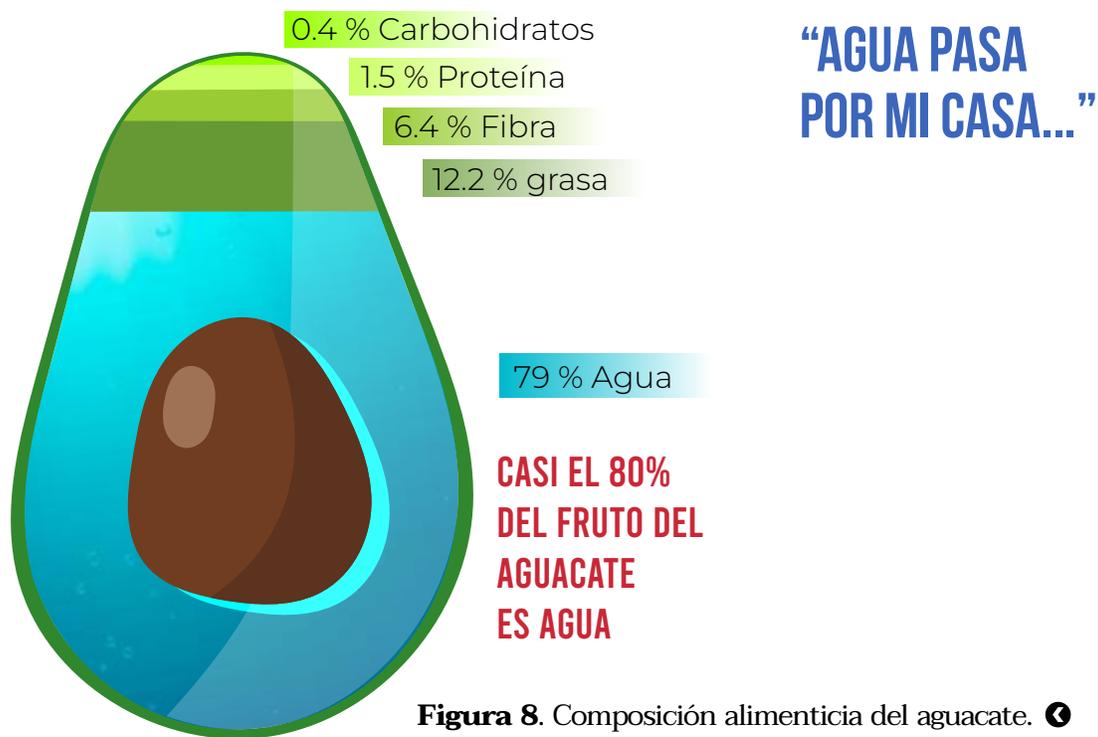


Figura 8. Composición alimenticia del aguacate. 📍

Cómo se va a mantener la actual productividad del aguacate bajo las condiciones del cambio climático y, en particular, bajo las limitaciones de agua que se prevén

El manejo intensivo del cultivo del aguacate demanda gran cantidad de agua. De acuerdo con datos de Mekonnen y Hoesktra (2010), producir un kilogramo de aguacate tiene un alto consumo de agua en comparación con otros cultivos, de la misma forma que otros alimentos como la carne, el arroz, o el café, entre otros (Fig.9).

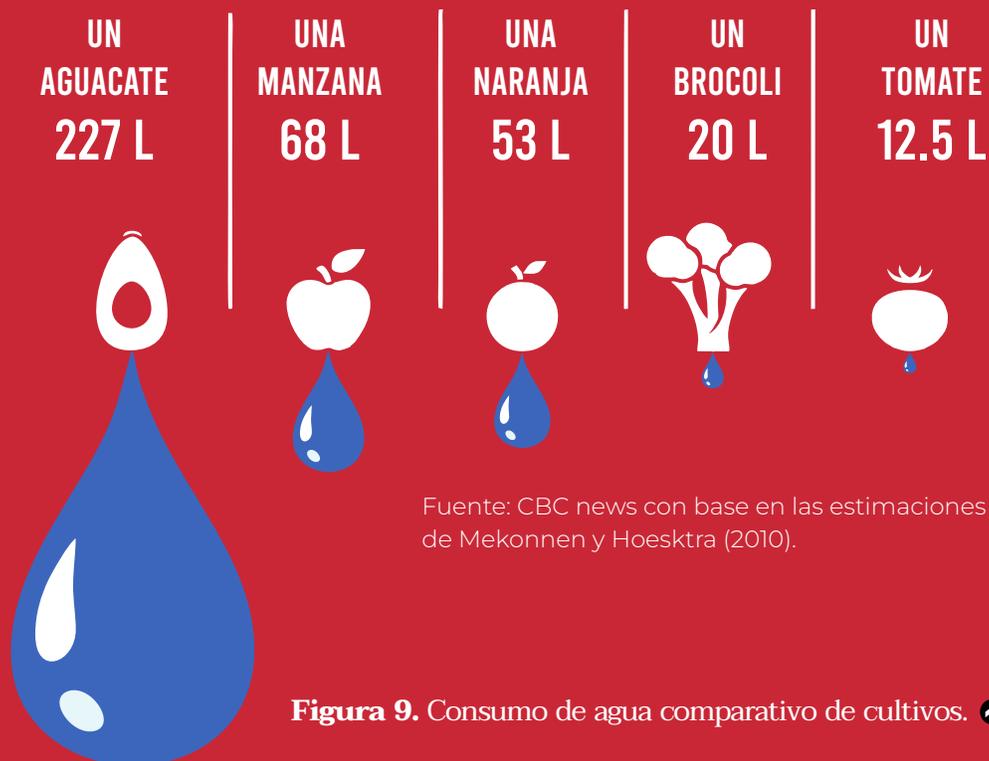


Figura 9. Consumo de agua comparativo de cultivos. ▲

Según el FIRA, en el 2009 el productor se gastaba el 1.5% del total de los costos de inversión para regar una hectárea, pero en el 2019 ese costo relativo se incrementó al 14% (Fig. 10). Esto puede deberse a que ha aumentado la superficie bajo riego o a que cada vez es más costoso el riego en las huertas.

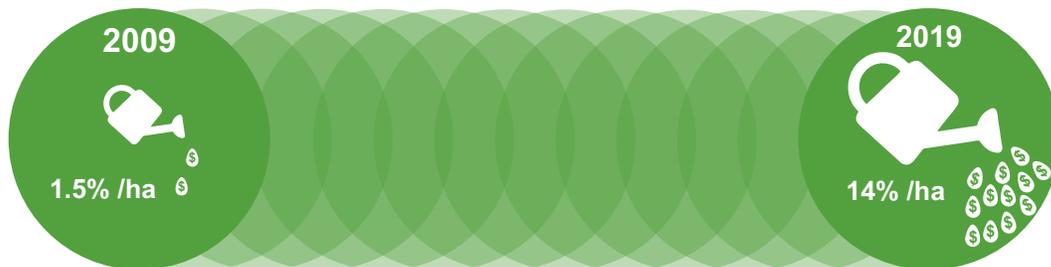


Figura 10. Proporción del costo de riego por una hectárea de cultivo de aguacate. 📌

Una comparativa sobre el uso de agua en la producción de aguacate a nivel mundial muestra que, así como la escala de producción en México es mayor que en otros países, también lo es el consumo de agua (Fig. 11).

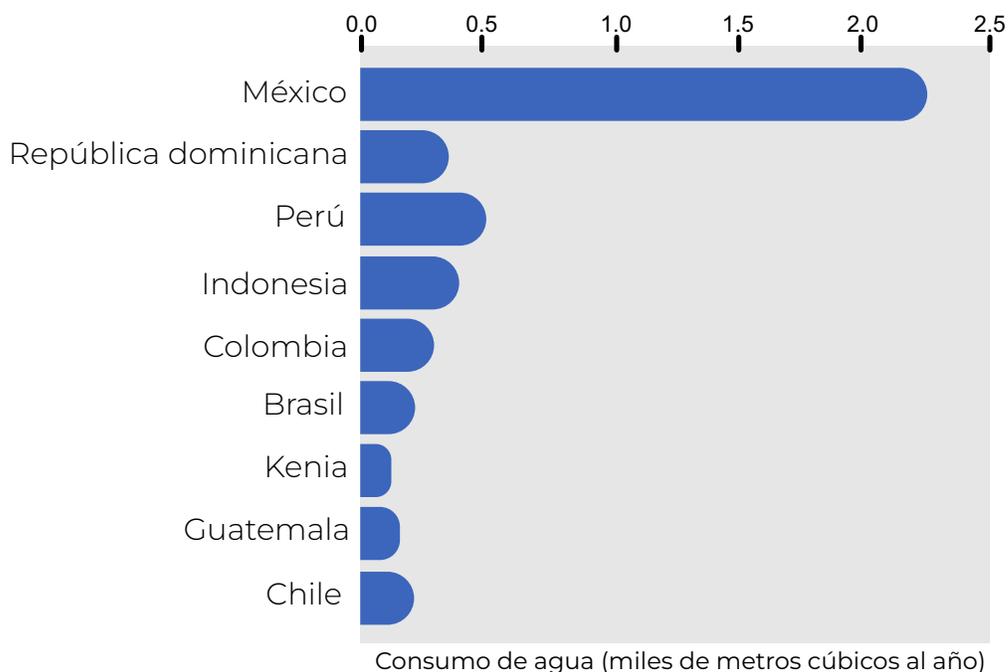


Figura 11. Consumo de agua correspondiente a la producción total anual de aguacate en 2018 para nueve países. Basado en Sommaruga y Eldridge, 2020. 📌

El clima

El paisaje, que antes era un mosaico de bosques, cultivos y árboles frutales, ahora se ha convertido en miles de hectáreas de monocultivo de aguacate que va creciendo año con año. A medida que la franja aguacatera crece y el área de bosque disminuye, el microclima cambia: se reduce la captación y el almacenamiento de agua en el suelo y los mantos acuíferos, suben la evapotranspiración y la temperatura, se forman menos nubes y los ciclos de lluvia se alteran. Puede haber, como parte de la alteración climática, sequías y/o inundaciones, granizadas, heladas u ondas de calor, en un mismo año. Ello representa estrés fisiológico continuo para el cultivo e impacta inevitablemente en el rendimiento.

4. Estabilidad del cultivo a largo plazo

¿Qué le espera al aguacate en el futuro?

A algunos sectores les preocupan los posibles riesgos que el fenómeno del oro verde acarreará en el futuro. Se observan algunas tendencias como la sobreproducción del fruto que inunda el mercado internacional y la consecuente caída en el precio de venta, en contraposición con el incremento en los precios de los insumos externos, como fertilizantes, gasolina y plaguicidas. Además, existe evidencia de que los problemas ambientales asociados a la agricultura y el cambio climático como la sequía, la disminución de la calidad de los suelos y la pérdida de biodiversidad comienzan a hacer menos rentables los cultivos comerciales como el aguacate (Fig. 12).

Por otro lado, existe un creciente rechazo del aguacate producido en países muy lejanos de los países de consumo, debido a la huella ecológica y energética que esto implica. Por ejemplo, algunos consumidores en España prefieren consumir aguacate de producción nacional por su costo inferior y una menor huella ecológica al no haber sido transportados bajo refrigeración miles de kilómetros.

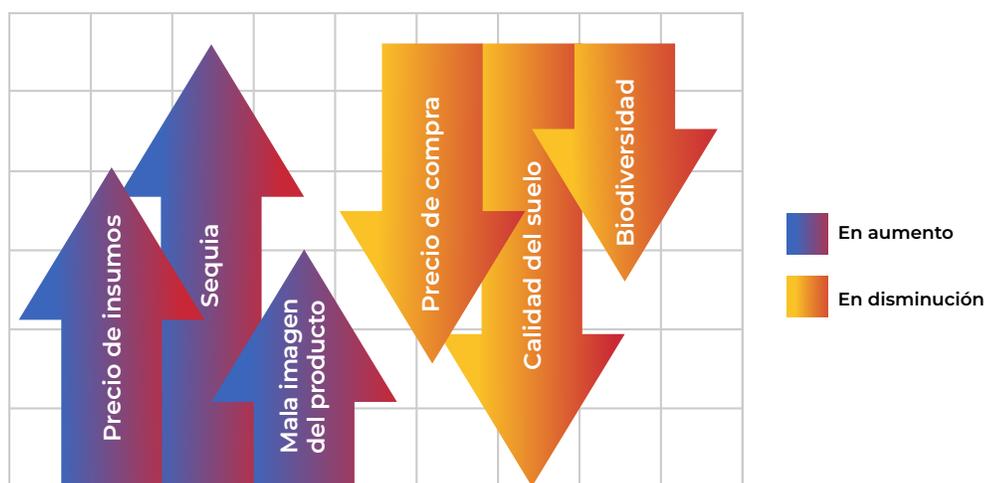


Figura 12. Tendencias de factores que afectarán al cultivo del aguacate en un futuro a corto plazo. 🔄

Cada vez más países se incorporan a la producción y exportación de aguacate o amplían su área de cultivo, la competitividad y rentabilidad de la producción serán necesarias y decisivas para el éxito del cultivo (Fig. 13 y 14).

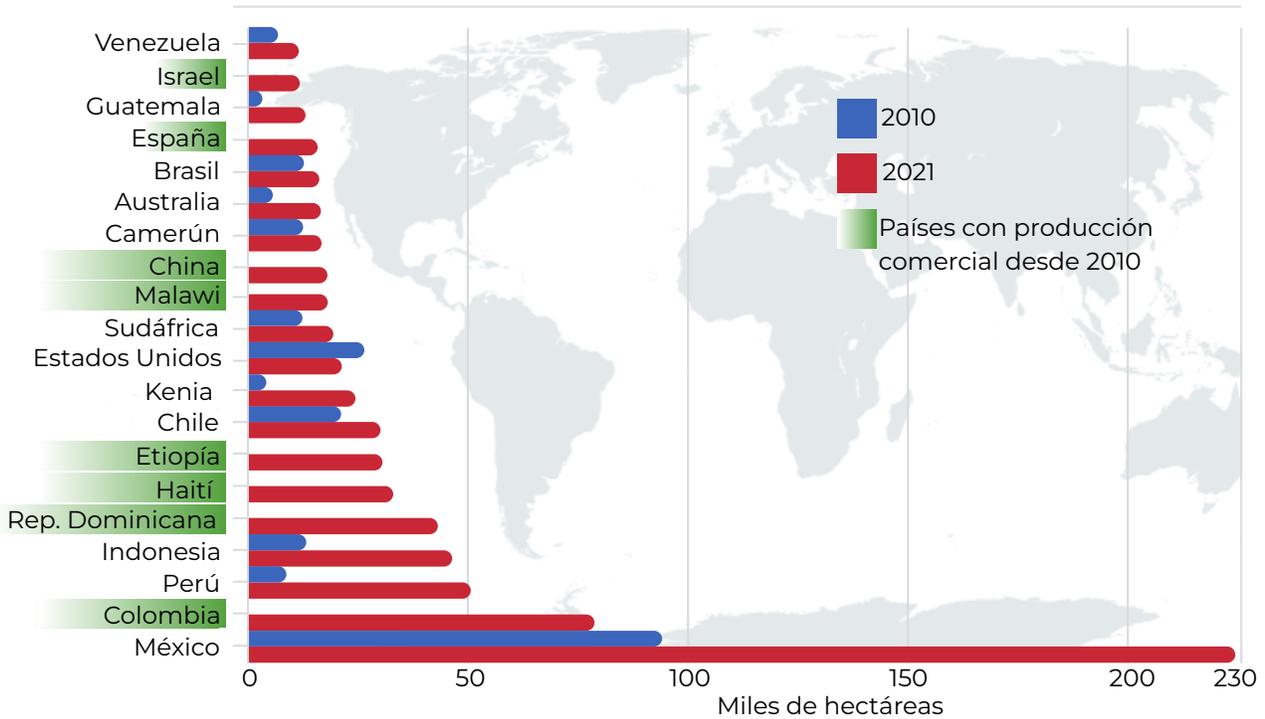


Figura 13. Incorporación de nuevos países productores y expansión de la superficie de cultivo de aguacate (FAOSTAT, 20121). 📍

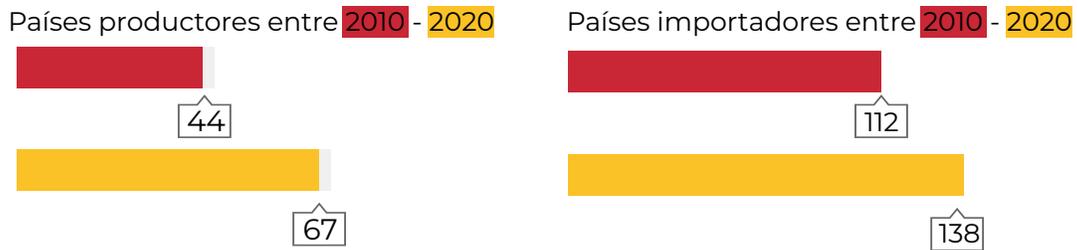


Figura 14. Incremento de países productores e importadores durante el periodo de 2010 a 2020 (FAOSTAT, 2021). 📍

La eficiencia en la producción puede hacer la gran diferencia para un país privilegiado en suelos y climas para la producción de aguacate, como México. Esto se volverá cada vez más difícil en un escenario donde los insumos externos no dejarán de incrementar sus costos. La pandemia de COVID-19 puso en evidencia la vulnerabilidad asociada a la dependencia de insumos externos que padecen en este momento muchas industrias y sistemas productivos.



La mayoría de las huertas de aguacate generan gran cantidad de residuos que normalmente son desaprovechados: restos de la poda de ramas, pasto y hierbas pueden ser aprovechados, incluso ceniza proveniente de la quema de ramas y otros residuos. Existen diversas maneras de aprovechar los nutrientes contenidos en las ramas: como cobertura para proteger el suelo, como composta o simplemente esparcirlo por el suelo de las huertas o en los cajetes del aguacate, la fauna del suelo hará su trabajo para liberar esos nutrientes. 🐛

El uso de insumos locales de alta calidad, basados en el reciclaje de residuos locales, puede ayudar a reducir los costos de producción y la dependencia de insumos externos cuya incertidumbre seguirá siendo muy alta. Además, el fortalecer la producción y comercialización de insumos locales genera empleos y modos de vida para la población, al mismo tiempo que impulsa el reciclaje de residuos, hoy bastante desperdiciados y contaminantes.



El impacto de las huertas en el ambiente y en la salud humana se reduciría mucho si se usaran insumos locales de producción orgánica para fertilizar y combatir plagas. La mayor parte de los insumos orgánicos, como los estiércoles para elaborar las compostas, recorren largas distancias incluso siendo de producción nacional, lo que implica también un elevado costo en dinero y energía fósil contaminante para su transporte. El cambio a insumos de producción y comercialización local es fundamental para reducir el impacto ambiental del cultivo del aguacate.

Si no se conservan zonas boscosas de captación de agua en las zonas aguacateras y no se reduce la evapotranspiración mejorando la cobertura vegetal de las huertas, la crisis hídrica es inminente. Es urgente actuar con regulación ambiental y política pública para evitar el colapso de la producción aguacatera y una crisis socioeconómica derivada de la escasez de agua. No se podrá mantener la actual productividad y rentabilidad del aguacate bajo las condiciones del cambio climático y, en particular, bajo las limitaciones que se prevén de agua. Las regiones más secas donde se produce aguacate invierten en riego más del 30% de los costos de producción. Sin más, es hora de actuar para cuidar el agua.

**«LOS BOSQUES SON
FUENTE DE AGUA»**

Ejemplos de prácticas de manejo

En el cuadro 2 podemos observar cómo cada decisión de manejo que se toma va aportando puntos buenos o puntos malos y puede tener implicaciones positivas o negativas para el futuro del cultivo. Al ir sumando buenas prácticas nos movemos hacia la sustentabilidad y vamos reduciendo los impactos ambientales del cultivo.

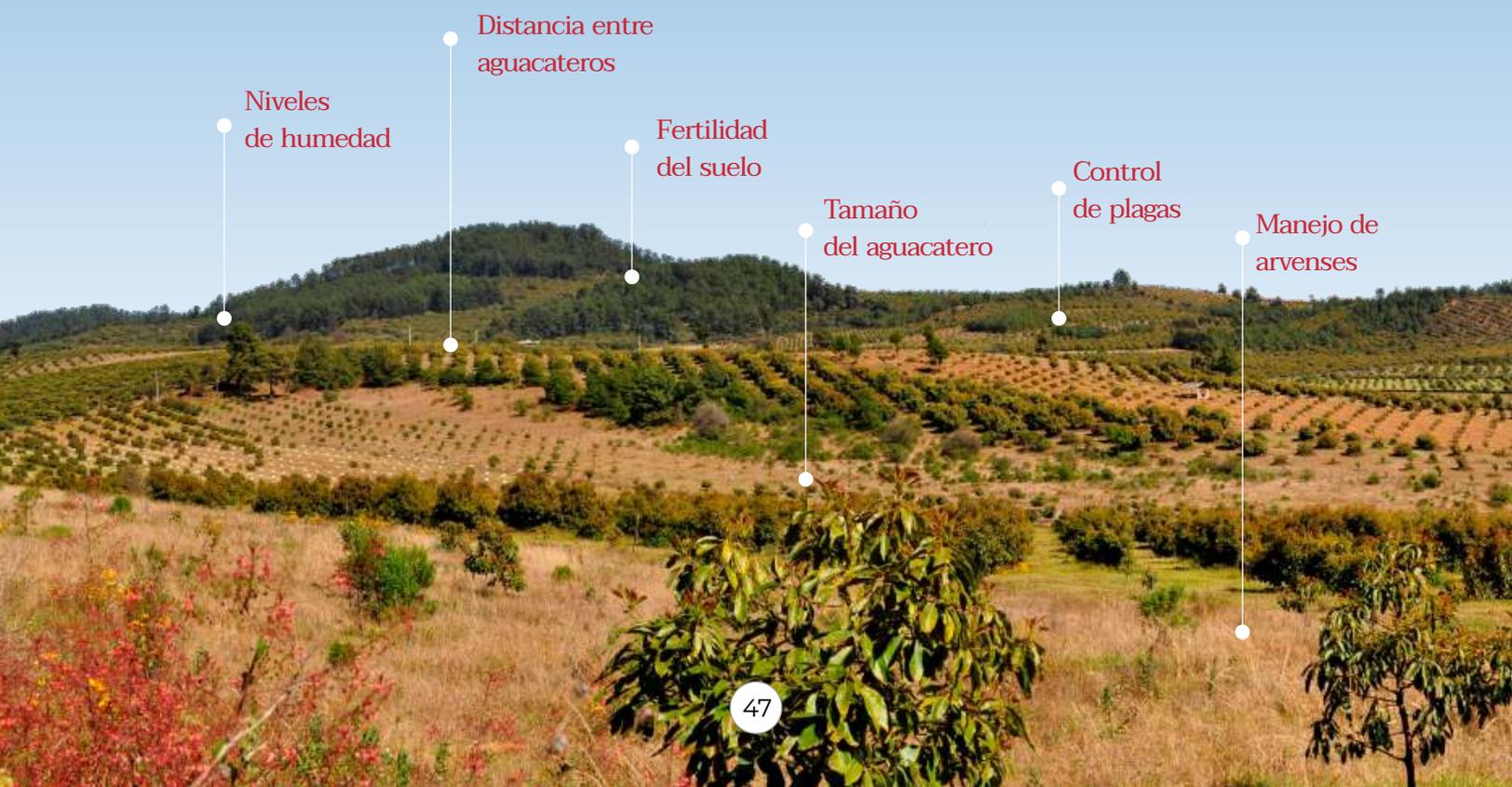
Cuadro 2. Ejemplos de prácticas de manejo que dan certidumbre al cultivo de aguacate. El pulgar con círculo verde indica que es una práctica recomendada, el amarillo significa que esa práctica puede mejorarse y el rojo indica que es una práctica deficiente y no aporta certidumbre a largo plazo al cultivo. ▼

Manejo 1		Manejo 2		Manejo 3	
Característica	Valoración	Característica	Valoración	Característica	Valoración
No conserva un área de vegetación natural dentro de la huerta.		Conserva un área de vegetación natural dentro de la huerta.		Conserva un área de vegetación natural dentro de la huerta.	
Uso intensivo de agroquímicos.		Uso semi-intensivo de agroquímicos.		No utiliza agroquímicos.	
Suelo sin cobertura enraizada y/o con un sólo tipo de hierba dominante.		Existe un plan de manejo para que la cubierta de herbáceas se restablezca.		Suelo cubierto de herbáceas todo el año, con una alta presencia de leguminosas.	
Fertilización periódica, sintética y/u orgánica, sin conocer el nivel de nutrientes en el suelo y en las hojas.		Fertilización medida basada en reportes de laboratorio y/o instrumentos en campo que indican el nivel de nutrientes en el suelo y en hojas.		Fertilización medida basada en reportes de laboratorio y/o instrumentos en campo que indican el nivel de nutrientes en el suelo y en hojas.	
Corte al ras del suelo y frecuente de las herbáceas.		Cortes cada 3 meses para mantener la hierba a 25-30 cm.		Deja crecer las hierbas y las corta a 30 cm antes de la cosecha, propicia el desarrollo de leguminosas como tréboles.	

¿Por dónde empezar?

Existen decenas de decisiones de manejo que las y los productores toman para mantener la huerta productiva. Cada una de las estrategias incide positiva o negativamente en su rentabilidad; por ejemplo, mantener niveles de humedad y fertilidad del suelo, determinar el tamaño óptimo del aguacate, controlar en el momento más oportuno las plagas o podar las calles, entre otras decisiones.

Manejar adecuadamente las coberturas vegetales de la huerta, impacta positivamente en diversos procesos ecológicos y agrícolas de la huerta que son más que determinantes para la productividad y salud del cultivo, también son determinantes para la prestación de servicios como la provisión de agua limpia y la generación de un ambiente sano para las familias de la región aguacatera.



¿Dónde está la huerta?

La ubicación de la huerta es determinante para la implementación de estrategias en el manejo de las coberturas. Como es de saber, el principal factor es el clima, éste determina la cantidad de lluvia, la temperatura, la incidencia de heladas o vientos extremos, entre muchos factores.

La pendiente y el tipo de suelo determinan en gran medida el potencial de erosión del suelo de la huerta. Cuando hay mucha pendiente es crucial proteger bien el suelo y cuando es suelo que se suelta fácilmente, con más razón. La orientación de la pendiente (Norte, Este) determina la incidencia de rayos del sol, que harán la zona más o menos oscura, húmeda o fría. En las pendientes que miran al sur será fácil mantener la cobertura de hierbas adaptadas a la luminosidad, el calor y menor humedad. Las pendientes que miran hacia el norte serán preferidas por especies adaptadas al frío, mayor humedad y menos horas de luz solar. Esa es la razón por la que no crecen las mismas hierbas en todos lados. Si se va a manejar la cobertura natural, la composición se definirá por sí sola con el tiempo. Si se van a sembrar algunas especies en particular, deberá considerarse si les puede ir bien donde se piensan introducir.

Orientación
de la parcela

Pendiente
del terreno

Tipo de
clima

Tipo de suelo

Manejo de la luz

¿Qué estructura tiene la cobertura?

Como se mencionó anteriormente, hay huertas abiertas, semi-cerradas y cerradas. El principal factor a tomar en cuenta es qué tipo de estructura tiene el follaje de los aguacates ya que esto determina la cantidad de luz solar que llega al suelo de la huerta (Fig. 15).

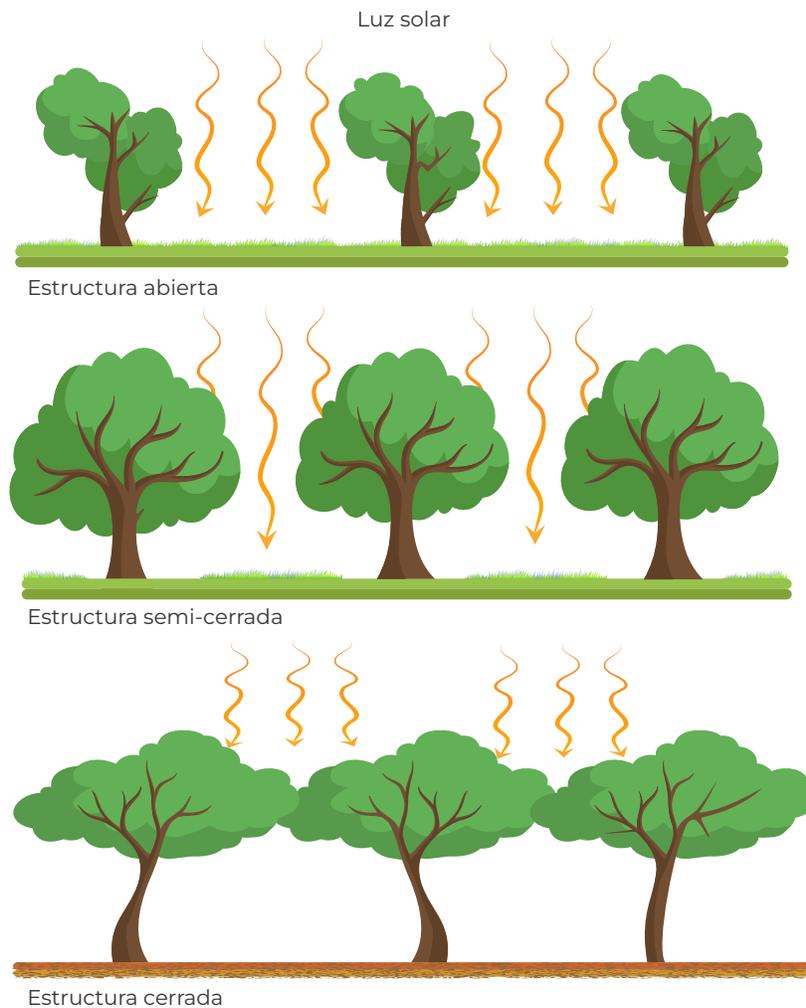


Figura 15. Tipos de estructura definidos por el manejo del follaje. La luz solar disminuye conforme aumenta la densidad y amplitud del follaje. En la estructura de tipo abierta predominan las hierbas en el suelo y hojarasca que se ubica bajo la copa del árbol; en la semi-cerrada hay una mezcla de hojarasca y hierba enraizada en las calles; en la estructura cerrada predomina la hojarasca, no hay hierba ni bajo las copas ni en las calles de la huerta. 🔄

En las huertas semi-cerradas y cerradas, el primer paso son las podas de los árboles para que entre la luz del sol. En las huertas abiertas, lo primero es evaluar cómo está la cobertura de hierbas, ya que normalmente habría hierbas cubriendo el suelo, pero a veces el manejo ha sido tan intenso que incluso con luz, no hay hierbas. Ahora repasaremos el manejo de cada uno de los factores que influyen en la cobertura vegetal para entender mejor hacia dónde deben dirigirse los esfuerzos.

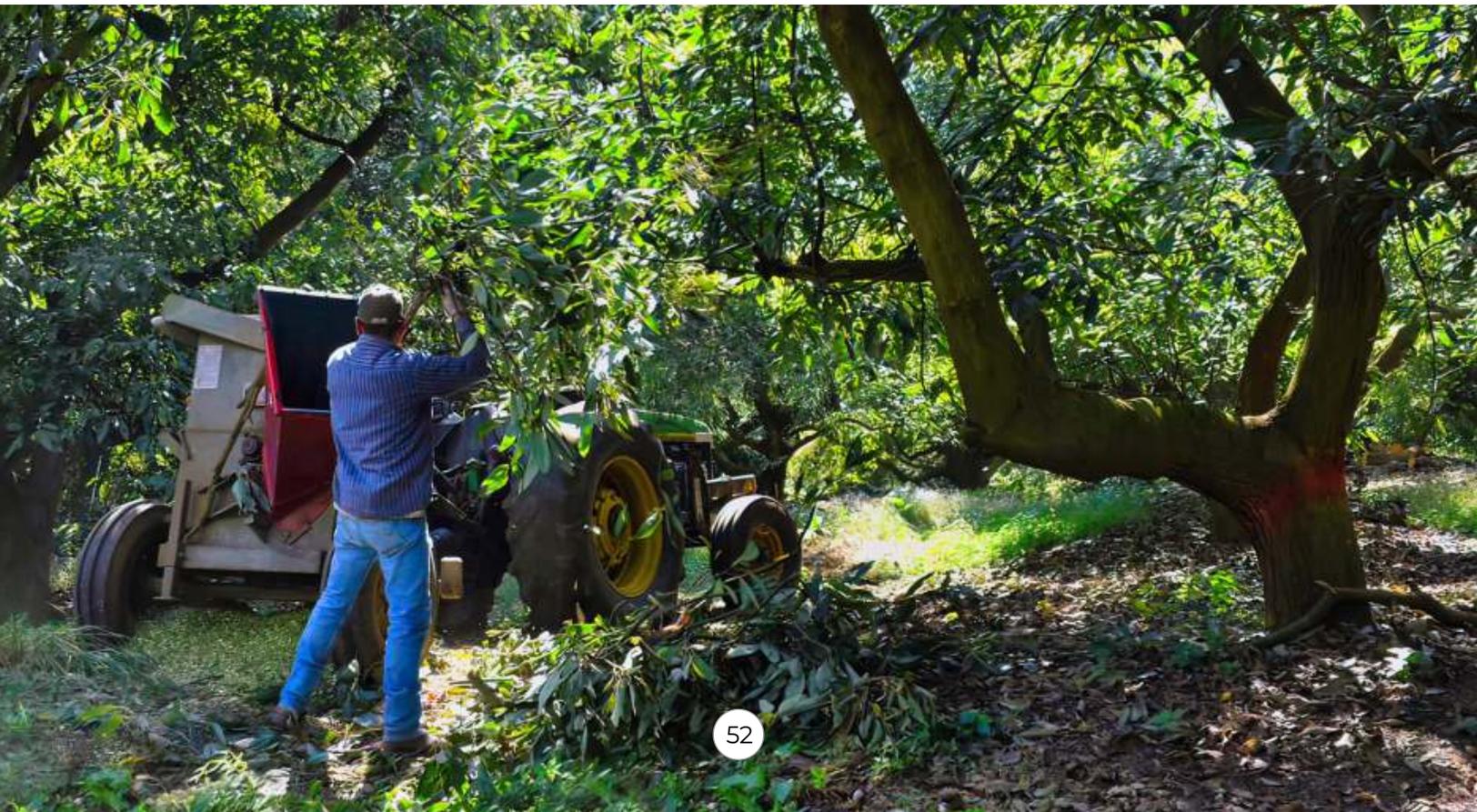
Permitir que el follaje del aguacate crezca y se extienda puede aumentar la producción de frutos, pero también genera mayores costos para la cosecha, la poda y reduce la superficie útil del terreno. Los aguacates frondosos generan mucha sombra y hojarasca, lo que impide el crecimiento de hierbas. Se ha observado que el suelo bajo el manto de hojarasca se reseca mucho en temporada de sequía y es susceptible a ser arrastrado por corrientes de agua durante los eventos de lluvia intensa. Perder el suelo es algo que se debe evitar por completo ya que este es la principal fuente de nutrición para el cultivo y constituye la principal riqueza del productor.

- Las especies del género *Rumex*, conocidas como lengua de vaca, son muy comunes en las huertas; además sus flores atraen a muchos tipos de polinizadores y son excelentes para proteger el suelo de la erosión por agua. 🌱



Mantener vegetación enraizada debajo o entre los aguacates impide el arrastre del suelo, además se retiene mayor humedad, ya que las raíces de las herbáceas facilitan la infiltración del agua al suelo. Por las mañanas, las hierbas capturan el rocío del ambiente y buena parte de éste humedece el suelo, lo que favorece los procesos de descomposición y reciclaje de la hojarasca.

Se pueden realizar la podas o clareos en líneas alternas para no afectar la producción. Normalmente se hacen después de la cosecha, pero en algunas huertas se hace de manera continua para sanear, revigorar y mantener abiertos los camellones. Si el material de ramas sanas de las podas se tritura y se esparce en el suelo de las huertas, no se generan residuos estorbosos, se regresan nutrientes al suelo y se le da acondicionamiento físico para reducir la compactación por el paso de maquinaria pesada. En las podas de saneamiento el material se quema o, mejor aún, se puede compostar para que desaparezcan los patógenos o plagas y después regresar al suelo como se hizo con el material triturado de ramas sanas.



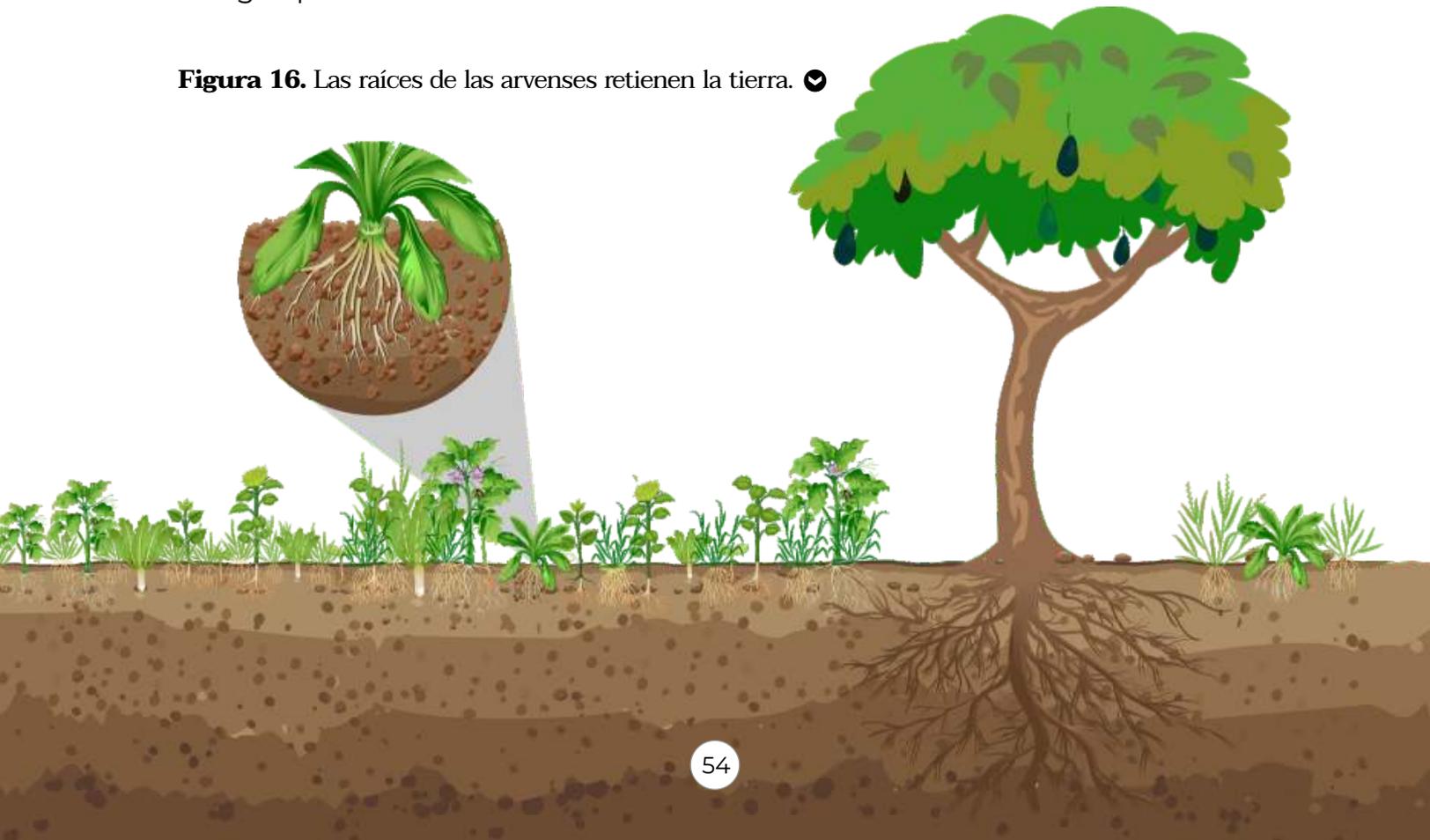
Manejo del suelo



El suelo de las calles y bordes de la copa de los árboles suele compactarse por el tránsito de vehículos pesados. Las raíces gruesas y abundantes del aguacate mantienen al suelo suelto debajo de la copa, pero la cantidad de raíces del árbol disminuye progresivamente al alejarse del tronco. Por esto es importante que el suelo de las calles tenga raíces abundantes de hierbas muy variadas, que en conjunto proporcionen una combinación de raíces para estructurar todo el perfil de suelo, es decir: raíces gruesas, medianas y finas, superficiales, profundas, ramificadas y pivotantes, de modo que todo el suelo esté sujeto y sea vitalizado por los exudados y la actividad biológica que se da en la zona de las raíces. Esto ayudará a que se mantenga un flujo constante de aire y agua en el suelo (Fig. 16).

Cuando se escarba donde hay vegetación natural, se encuentra un arreglo como el descrito anteriormente, esta organización de las raíces y el suelo se creó de forma natural, las especies de hierbas se establecen por sí mismas donde están mejor adaptadas. Entonces solamente se trata de ayudarlas un poco para que las mismas especies que están allí hagan el arreglo que beneficie al suelo de la huerta.

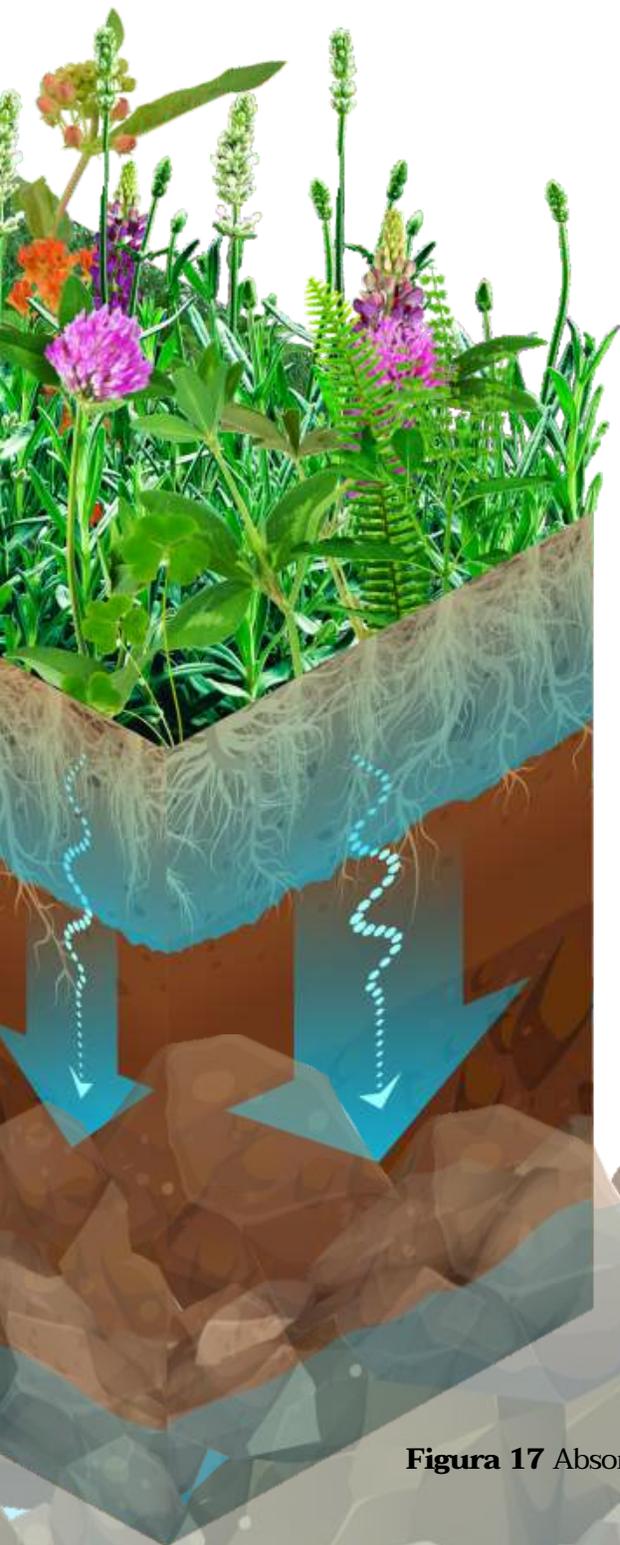
Figura 16. Las raíces de las arvenses retienen la tierra. ☑



Pastos y cyperaceas

Los pastos, las cyperaceas, en general las plantas que se propagan por debajo del suelo, son muy aguantadoras al paso de los vehículos y resisten muchos aplastamientos. Esas son importantes en las partes de mayor tránsito porque forman un colchoncito muy resistente que amortigua la presión de las ruedas, reduciendo la compactación y también el golpe de la lluvia torrencial. El suelo bajo estas plantas no se mueve. Por eso estas plantas son las más comunes de encontrar en las huertas, aguantan casi todo, menos la falta de agua y de luz.

Manejo del agua



La cobertura vegetal es esencial para la conservación del agua en las huertas. No solamente ayuda a que el agua de lluvia se absorba y se infiltre quedándose guardada en el suelo, sino que ayuda a que no se evapore con el sol y el calor. El agua almacenada queda tapada por las mismas hierbas. Si bien las hierbas usan agua y la transpiran, es más lo que guardan en las capas profundas (Fig. 17). Un suelo sin hierbas se seca completamente en pocos días, por eso las hierbas son claves para aumentar la eficiencia en el uso del agua de las huertas.

En los periodos secos, las raíces pivotantes y profundas realizan un “levantamiento hidráulico” que sube agua de capas profundas y humedece el suelo arriba manteniendo la actividad biológica, incluyendo la del aguacate. Un buen manejo de la cobertura puede aminorar los efectos de los meses de sequía, o de los años con poca lluvia. Los tapetes densos de hierbas conservan mucha humedad en el suelo, pero si se cortan con demasiada frecuencia o demasiado bajos cuando son las inspecciones y los cortes de fruta, su efecto protector baja mucho.

Figura 17 Absorción y disposición del agua de lluvia en el suelo de la huerta ↻

La cobertura de hierbas también puede aumentar la eficiencia en el uso del agua, ya sea de lluvia o de riego, reduciendo así la huella hídrica del cultivo que es uno de los señalamientos más fuertes de impacto ambiental negativo de las huertas.

El gran uso de agua de los árboles de aguacate no se puede cambiar, es parte de su fisiología, lo que sí se puede cambiar y mejorar es la cantidad de agua que se captura y se retiene en el suelo y cuánta agua se tiene que usar para regar (cuando hay riego) y cómo se suministra el agua de riego. En las dos primeras cosas, la cobertura de hierbas juega un papel central. Retener la mayor cantidad de agua en el suelo durante los periodos de lluvia y conservar la humedad que proporciona el rocío por las mañanas es clave para que el cultivo mantenga niveles adecuados de humedad y no se recurra al riego asistido o incrementar el impacto hídrico de la huerta en la zona de cultivo.



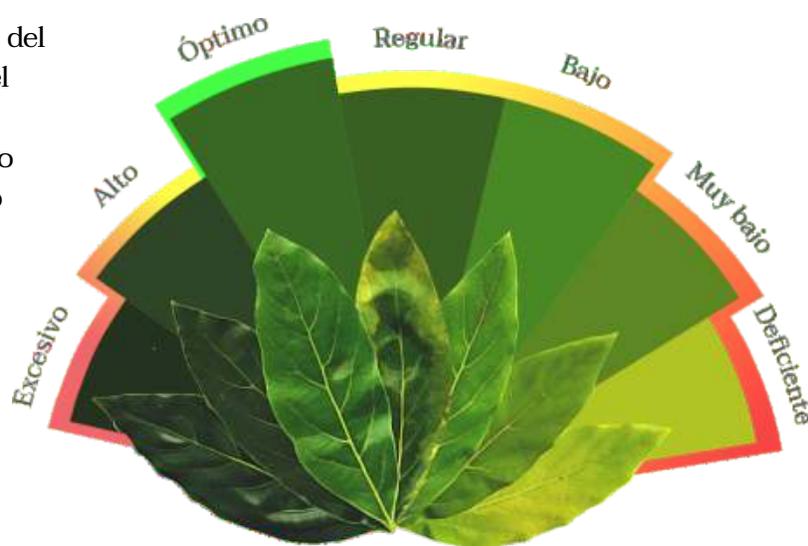
Manejo de la fertilidad



La fertilidad es algo que se debe de construir para que siempre haya nutrientes y además capacidad para retener más nutrientes. Cuando se usan solamente sales químicas o caldos orgánicos para fertilizar, se adicionan concentrados de nutrientes que los árboles y las hierbas no tienen capacidad para absorber tan rápidamente. Los nutrientes acaban volando en el aire, lavándose con el agua de lluvia o saturando los pocos almacenes del suelo. Cuando se adiciona material orgánico, de preferencia compostado, la situación es muy distinta. Se construye fertilidad que se va acumulando y queda guardada en el suelo, se liberan despacio los nutrientes de modo que alcanzan a ser más aprovechados por el cultivo, se incrementan los almacenes de fertilidad de corto, mediano y largo plazo, y se acondiciona física, química y biológicamente el suelo.



Figura 18. El nitrógeno es el principal responsable del color verde en las hojas del aguacate, también es el principal nutriente, por ello se puede estimar el estado nutricional observando el color de las hojas del árbol. 📍



La fertilización en exceso, sea química u orgánica, es bastante nociva para el suelo porque lo “ahoga”, lo satura. Las y los productores sienten tranquilidad cuando ponen comida de sobra para que no le falte al cultivo, pero esta práctica es contraproducente porque daña al suelo, aumenta los costos de producción y genera desequilibrios ambientales en la huerta, todo ello desperdiciando dinero. La fertilización debe ser solo la necesaria para reponer lo que se fue en la cosecha y un poco más para guardar un ahorro de comida para los meses/años siguientes. Es mejor estrategia construir fertilidad que se queda a largo plazo en el suelo con materiales orgánicos y minerales bien dosificados y calculados, además de un monitoreo continuo de la nutrición en los árboles para guiar las aplicaciones con las necesidades medidas de fertilización del cultivo. Una buena estrategia para estimar las necesidades nutricionales es observar el color del follaje como se muestra en la figura 18. La aplicación disponible para teléfono celular AppguacateN permite usar una guía de color para orientar la fertilización, lo que permitirá hacer eficientes las aplicaciones para poner solo lo necesario.

Muchas plantas promueven con sus raíces la transformación de los compuestos orgánicos en inorgánicos; es decir, que ayudan a que se reciclen todos los compuestos de los organismos que mueren y se aprovechen los nutrientes que salen de su descomposición. Se desbaratan poco a poco en moléculas cada vez más pequeñas hasta llegar a formas inorgánicas que los demás organismos ya pueden absorber como, el amonio, los nitratos, los fosfatos (Fig.19).

La gran cantidad de raíces finas de las hierbas están continuamente liberando exudados, ácidos orgánicos y enzimas, que son moléculas que activan la descomposición de todo el material de la hojarasca que cae y los residuos de las podas, los estiércoles y las compostas que se aplican. De esa descomposición se liberan constantemente nutrientes al suelo. El reciclaje es una función básica de todo ecosistema, el cultivo de aguacate no es excepción, por lo que promover una descomposición muy activa de los residuos y las compostas es

un eje del manejo de la fertilidad en el suelo. ¿Cómo se promueve? intensificando la actividad biológica, sobretodo la microbiológica, con hierbas que le inyecten mucho carbono.



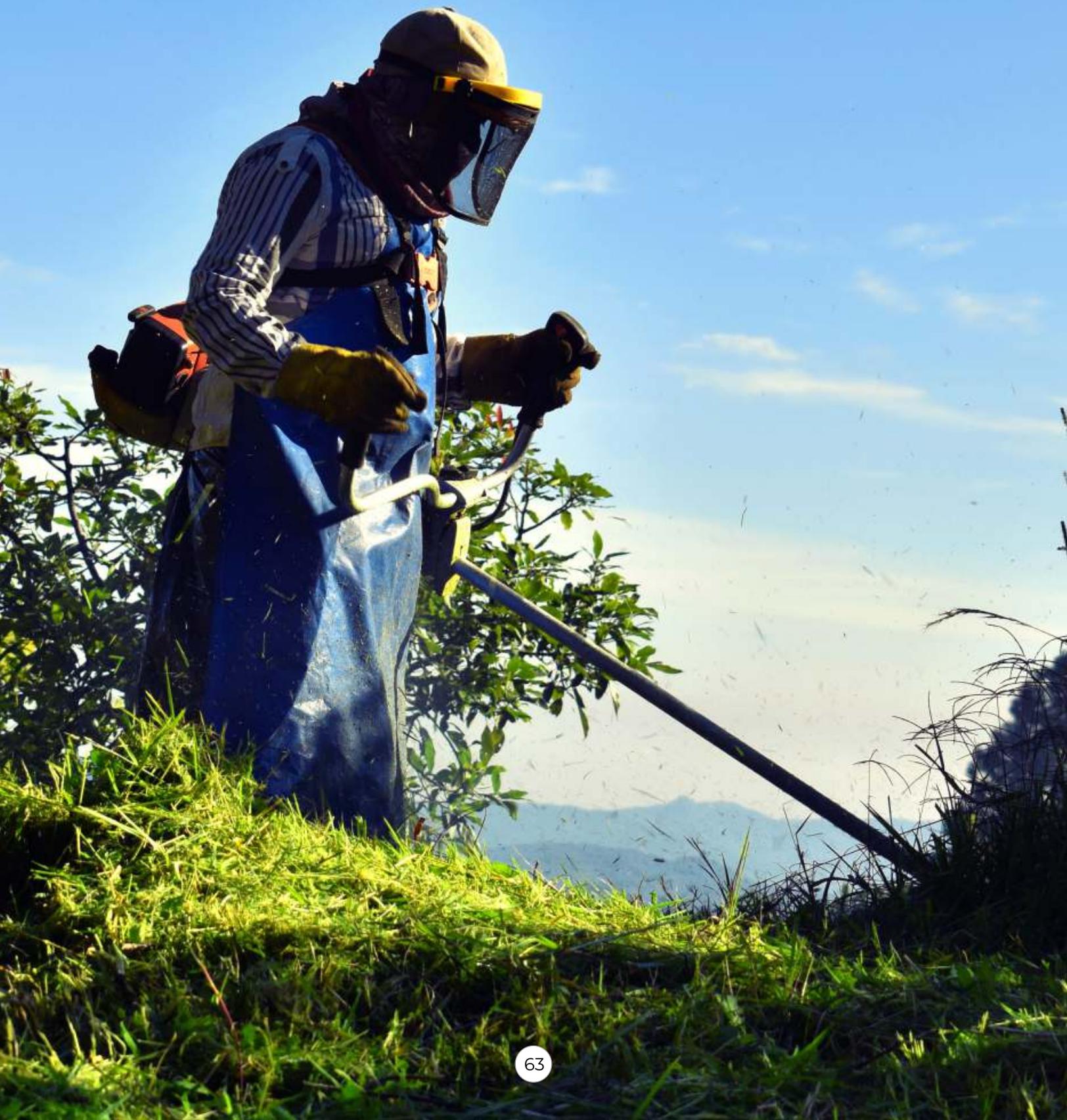
Figura 19. Liberación de nutrimentos por descomposición. ♡

● La fauna del suelo descompone y libera nutrientes contenidos en hojas y troncos

● Las raíces de las arvenses expulsan sustancias nutritivas o repelentes

Bacterias y hongos del suelo se encargan de hacer asimilables los nutrientes

Manejo de las hierbas



La función fertilizadora de algunas hierbas es otra razón económica y productiva de peso. Desde hace décadas se sabe que existen hierbas silvestres que crecen casi en cualquier parte, y que por medio de bacterias que habitan en sus raíces, son capaces de introducir al suelo cantidades importantes del principal nutriente del aguacate, el nitrógeno. Los productores invierten una cantidad cuantiosa en fertilizantes químicos ricos en nitrógeno para el cultivo, que podría reducirse significativamente si se promoviera la presencia de las hierbas fijadoras de nitrógeno entre las calles de la huerta. Especies silvestres muy comunes en México como el trébol, el lupino, la jicamilla, el pega-pega o el frijol silvestre, entre muchas otras, pueden nutrir naturalmente el suelo (Fig. 20).

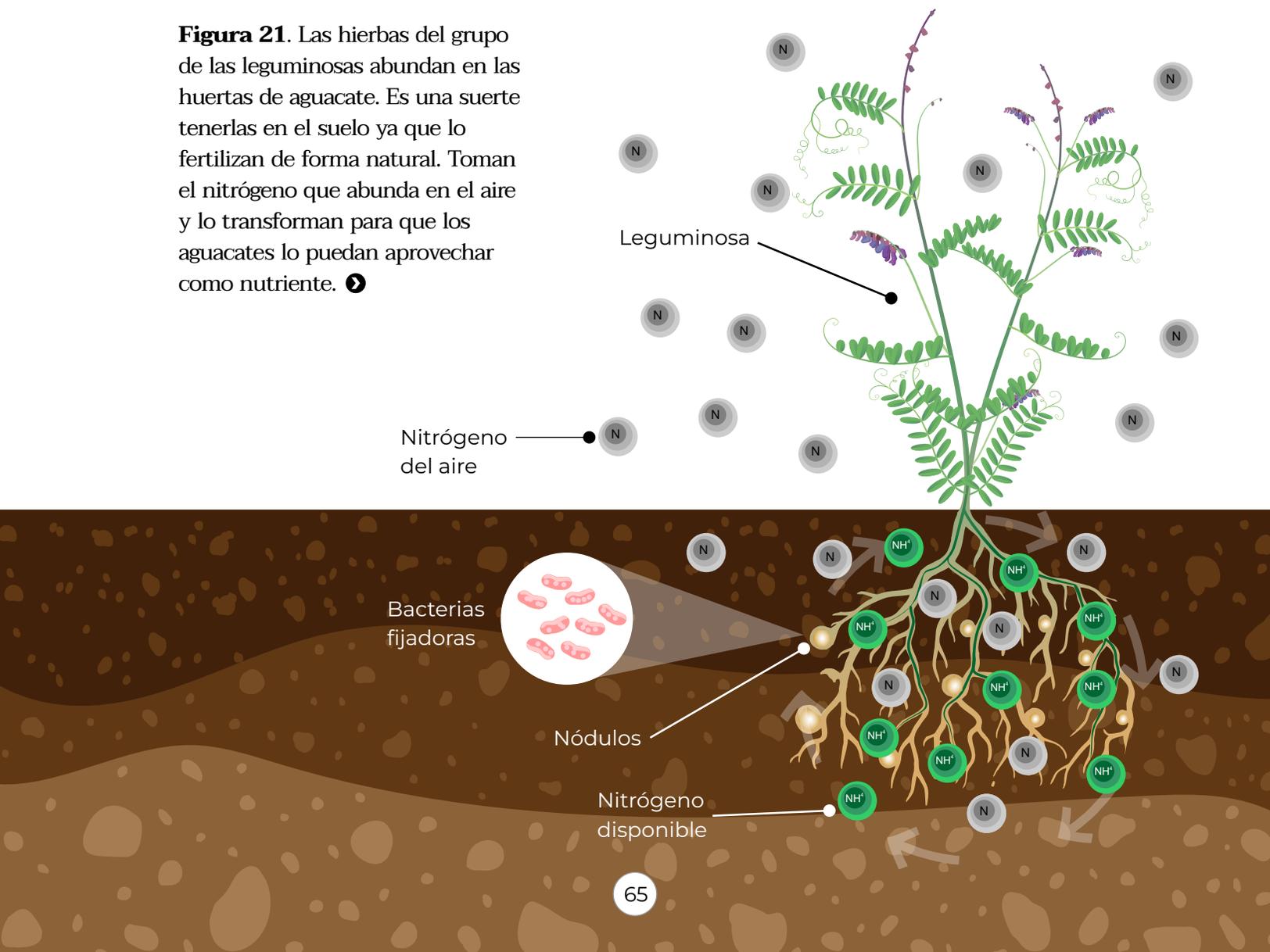


Figura 20. Leguminosas silvestres fijadoras de nitrógeno en México. 📌

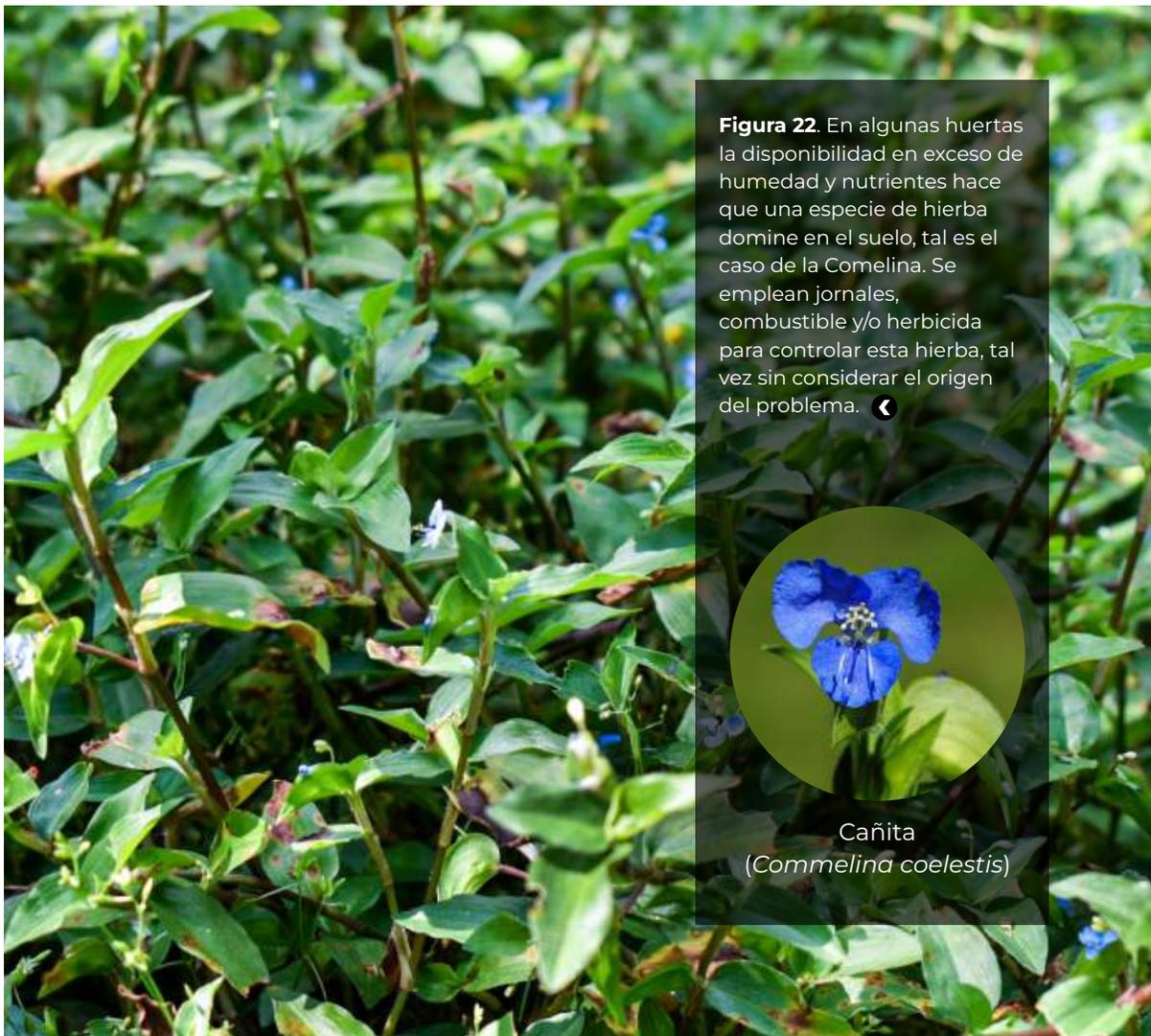
1. Chipiles
(*Crotalaria micans*)
2. Pega - pega
(*Desmodium subsessile*)
3. Trébol amargo
(*Melilotus indicus*)
4. Jicama de Monte
(*Macrotidium gibbosifolium*)
5. Ayocote
(*Phaseolus coccineus*)
6. Mazorquilla
(*Lupinus campestris*)

Muchas hierbas y el aguacate pueden formar, además asociaciones con hongos en sus raíces, llamadas micorrizas. Estos hongos forman redes bajo el suelo que se asemejan a superconductores de agua y nutrientes, de modo que los movilizan rápidamente a través de grandes distancias. Las redes subterráneas conectan a las plantas debajo del suelo y transportan, por ejemplo, nitrógeno de las plantas leguminosas asociadas con bacterias fijadoras de nitrógeno al aguacate (Fig. 21). También transportan el nutriente de fósforo, que a diferencia del nitrógeno, no se mueve y se tiene que buscar. Las plantas conectadas a esas complejas redes también se avisan con señales químicas de que algo está pasando, por ejemplo, que el suelo se está secando o que ahí anda un patógeno.

Figura 21. Las hierbas del grupo de las leguminosas abundan en las huertas de aguacate. Es una suerte tenerlas en el suelo ya que lo fertilizan de forma natural. Toman el nitrógeno que abunda en el aire y lo transforman para que los aguacates lo puedan aprovechar como nutriente. ➤



En las huertas donde hay mucha fertilización, estas asociaciones con bacterias u hongos están completamente inhibidas o están de flojas sin hacer su trabajo porque hay demasiados nutrientes. Lo mismo pasa con las hierbas, lo que más hay son plantas oportunistas que aprovechan los recursos rápidamente y desplazan a las plantas que crecen más lento y usan pocos nutrientes. Un buen manejo de las hierbas va muy de la mano con un buen manejo de la fertilidad y debe crear condiciones para que los mecanismos naturales que mantienen la fertilidad estén activos en las huertas ayudando al cultivo, no compitiendo por los recursos (Fig. 22).



Manejo de las plagas



Las hierbas pueden ayudar a multiplicar los organismos que mantienen a raya a las plagas y hasta las aves pueden ayudar. Muchos visitantes florales del aguacate son enemigos naturales de las plagas, por ejemplo, las moscas de las familias Tachinidae y Syrphidae (Fig. 23). Varias especies de avispas que son parasitoides, es decir, que sus larvas se alimentan del cuerpo de insectos plaga como los escarabajos, los insectos escama, áfidos o pulgones, entre otros.



5 - 13 mm

Familia Tachinidae

Características:

Moscas con bellos gruesos sobre su cuerpo.

Hábitat:

De vida libre, descansan sobre flores y plantas.

Alimentación:

Barrenadores, larvas devoradoras de hojas, polillas, saltamontes, y chinches.



6 - 7 mm

Familia Syrphidae

Características:

Se parecen a las abejas y avispas pero no tienen aguijón.

Hábitat:

De vida libre, descansan sobre flores y plantas.

Alimentación:

Algunas especies son depredadores de pulgones o áfidos. Las larvas comen insectos escama.



10 - 25 mm

Familia Scoliidae

Características:

Avispas grandes, robustas y velludas. Su cuerpo es negro con franjas de colores brillantes naranja o amarillo.

Hábitat:

Solitarias de vida libre. Ponen sus huevos en bajo la tierra.

Alimentación:

Sus larvas se alimentan de larvas de escarabajos que comen las raíces del aguacate.

Figura 23. Controladores naturales de plagas. 🐞

La poda de las copas de los árboles, además de evitar la oscuridad y la humedad, también es una buena estrategia de diseño de la cobertura vegetal, ya que ayuda a reducir las plagas, que prosperan en esas condiciones. Otra buena estrategia es mantener una cobertura herbácea muy diversa, con especies que atraigan a muchos visitantes. Podría pensarse que las hierbas van a atraer plagas, pero, como también atraen a otros organismos, naturalmente aparecen depredadores de esas plagas que regulan sus poblaciones impidiendo que se reproduzcan masivamente. Por eso, los árboles de los bosques suelen estar muy sanos sin que nadie los proteja de las plagas, siempre hay uno o varios organismos que controlan a los que se propagan masivamente (Fig. 24). Eso se conoce como regulación natural de poblaciones. Cuando hay muchos árboles iguales y muy bien nutridos, sin otras especies que contengan a las plagas, como en una huerta de aguacate, no es de extrañarse que haya muchos oportunistas que se acerquen al banquete.

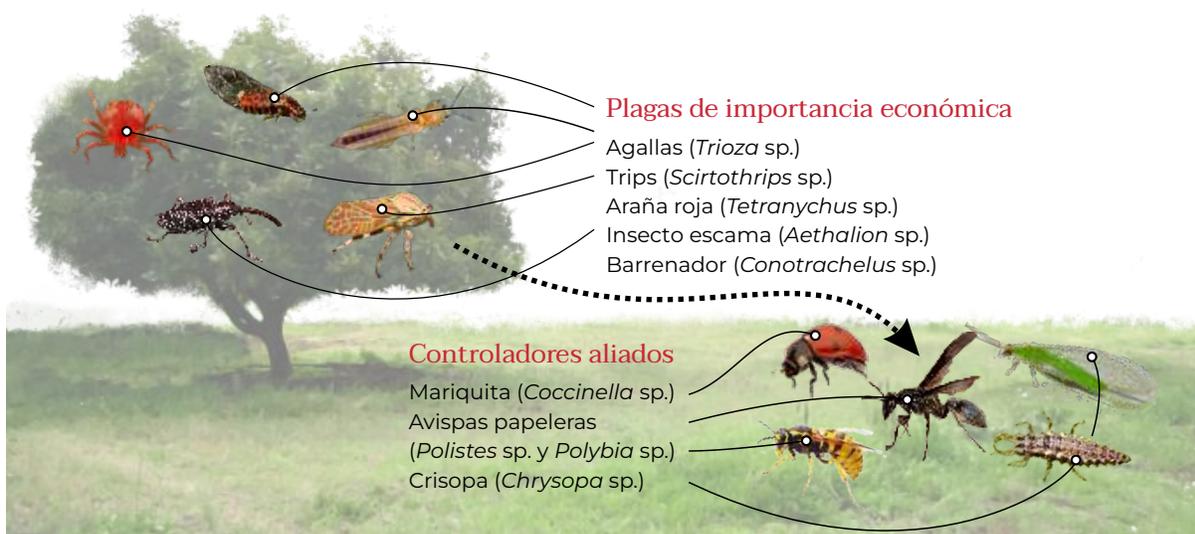


Figura 24. Plagas y sus controladores. Una cobertura vegetal diversa es un seguro de protección continua contra las plagas. No es una protección infalible, pero ayuda mucho a la regulación natural, que se puede complementar con otros métodos. 🌱

Manejo de la polinización



El aguacate es un árbol que depende de la polinización cruzada, ya que presenta flores hermafroditas, es decir, una misma flor presenta el estado femenino y masculino en diferentes momentos del día (Fig. 25). La polinización la realizan principalmente insectos que transportan el polen entre las flores de diferentes sexos. Mantener especies de hierbas con flores en la huerta favorece la permanencia de polinizadores que hacen una gran labor en la polinización del aguacatero, pero también extraen el néctar de las flores para convertirlo en miel y generar otro recurso natural. En experimentos realizados en huertas de Michoacán se observó que al aislar a los aguacates de la visita de los polinizadores la producción de frutos decaía hasta en un 75 %, lo cual podría ser desastroso para cualquier productor.



Figura 25. Flor masculina (a) y femenina (b) del aguacate. 📌



Figura 26. Catarina (*Cheilomenes lunata*) posiblemente en busca de presas dentro de una flor del aguacatero. 🐞

Hay muchos animales que son polinizadores, por ejemplo, algunos murciélagos, colibríes, escarabajos, moscas, avispas y abejas. Estos animales, lejos de ser perjudiciales, son parte de la biodiversidad funcional de los agroecosistemas o cultivos, ya que gran parte de la productividad se debe a su existencia (Fig. 26).

En las huertas de aguacate existe una comunidad de polinizadores potenciales muy variada, dicha comunidad está compuesta por moscas, abejas, avispas y escarabajos, entre otros. Cada uno de estos grupos tiene su propia dinámica de polinización: algunos se alimentan directamente de polen, otros de néctar, otros de polen y néctar. Algunos, como las avispas, se alimentan de los pequeños animales que llegan a alimentarse del néctar, sin embargo, en este proceso acarrean polen de una flor a otra. En la siguiente figura se observa solo una muestra de los polinizadores que habitan en las huertas de Michoacán, pero la mayoría de estas especies son muy comunes en diversas regiones del país (Fig. 27).

¿QUÉ PASA CON ESTOS ANIMALES CUANDO NO HAY FLORES DE AGUACATE CON NÉCTAR DISPONIBLE?

Las colonias de estos bichos no desaparecen ni mueren, sino que se alimentan de otras flores disponibles en las huertas o en bosques cercanos, normalmente estas flores son de las plantas silvestres o de otros árboles frutales. En especial las flores de las arvenses constituyen un recurso importante en las huertas de aguacate, ya que ayudan a mantener las poblaciones silvestres e introducidas de polinizadores, con una oferta continua de polen y néctar, cuando el aguacatero no se encuentra en floración. Varios de estos animales no sólo son polinizadores, muchos son depredadores y se alimentan de otros pequeños animales que pueden convertirse en plagas para el árbol, tal es el caso del barrenador de ramas del aguacate (*Copturus aguacatae*).

Figura 27. Polinizadores y visitantes florales en huertas de aguacate de Michoacán. 📍



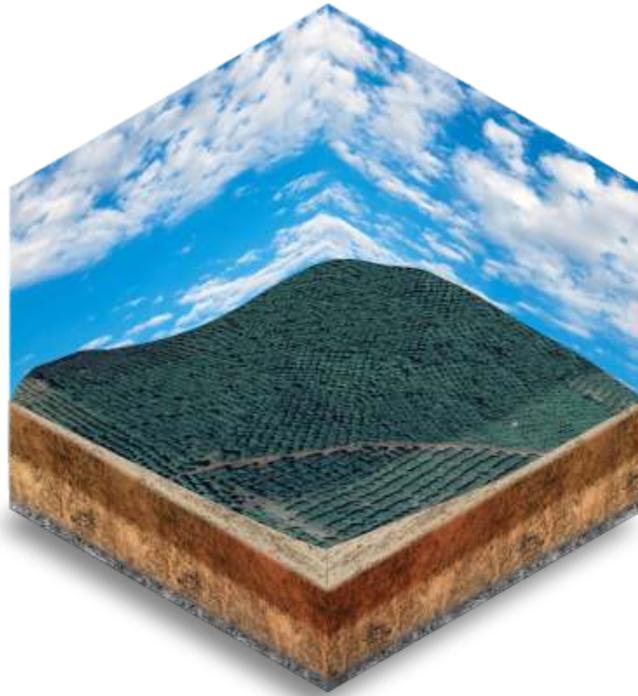
Ejemplos de remodelación de huertas para el manejo de la cobertura

Huerta cerrada en pendiente

Cuando la huerta se encuentra sobre terreno con pendiente pronunciada, lo principal es asegurar que el suelo no se pierda, sujetándolo con cobertura completa de hierbas. Si la huerta es cerrada, muy probablemente no tendrá suficiente luz para que prosperen las hierbas; por lo tanto, el primer paso es abrir gradualmente la luz con podas de pocas ramas. No es adecuado abrir de golpe a luz completa porque el suelo quedará desprotegido de toda cubierta vegetal y sostenido únicamente por las raíces del aguacate; con lluvia fuerte se escurrirá fácilmente. Con la apertura gradual se ganará paulatinamente el crecimiento de hierbas y se podrá dejar que se establezcan naturalmente las especies presentes en el banco de semillas, o bien sembrar las especies deseadas para acelerar el proceso y favorecer su establecimiento en lugar de las que estén presentes. Es recomendable favorecer los pastos y mezclarlos con diente de león (*Taraxacum*), plantago (*Plantago major*) y leguminosas fijadoras de nitrógeno que conviven bien con ellos y son resistentes, como el trébol, *Desmodium* sp., *Cologania* sp. y *Macropitilium* sp. Finalmente, se puede incluir especies que atraigan insectos benéficos como *Sida collina*, *Bidens odorata*, *Melampodium divaricatum*, pero dado que estas especies se propagan por semilla, es importante no hacer cortes muy bajos para permitir que desarrollen flores y frutos y no cortar con demasiada frecuencia. Esta composición se observa naturalmente en muchas huertas donde no se ha sembrado nada, porque es una buena complementación que resiste la pendiente, los cortes y el paso de vehículos.

Características

Pendiente inclinada
Posible uso de herbicida
Ausencia de herbáceas
Hojarasca abundante
Follaje cerrado
Poda escasa



Soluciones

Terrazas con arvenses
Apertura del dosel
Poda gradual
Dispersión de semillas
de hierbas silvestres
Uno o dos chaponeos al año

Arvenses aliadas



Variedad de pastos
(*Cynodon*, *Eragrostis*,
Trisetum, *Paspalum*)



Desmodium
(*Desmodium uncinatum*)



Diente de león
(*Taraxacum officinale*)



Cologania
(*Cologania biloba*)



Plantago
(*Plantago major*)



Jícama de Monte
(*Macropitium
gibbosifolium*)

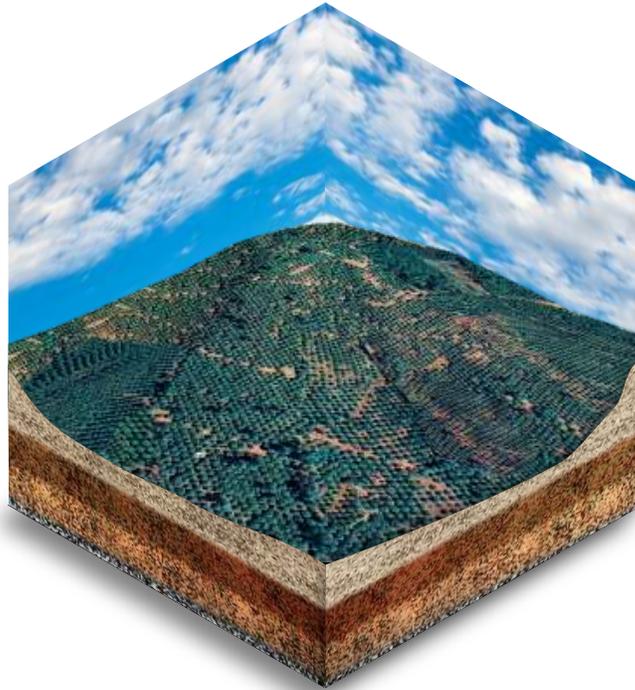
Huerta con dosel semi-cerrado

Cuando la huerta tiene árboles de porte mediano con copas que casi se tocan, es factible iniciar con podas más fuertes para abrir bastante las calles. Estos lugares ya tienen bastante entrada de luz, pero la cercanía de las copas impide su entrada en algunas horas del día. Estas huertas con frecuencia tienen cobertura irregular de hierbas porque las sombras de los árboles crean zonas luminosas y zonas oscuras. Si la huerta está en pendiente fuerte y con pocas hierbas, habría que ir abriendo a lo largo de varios meses, para no exponer directamente el suelo sin cobertura e ir ganando más luz constante. Si la huerta está en terreno plano, la poda puede ser más fuerte y en una o dos ocasiones, porque habrá menos preocupación de perder el suelo. Igual que en el caso anterior, se puede dejar que salga lo que hay en el banco de semillas o se puede sembrar lo que sea de interés particular, por ejemplo, se puede mantener a los polinizadores en la huerta si se les ofrecen especies atractoras como las aceitillas, la sida, la comelina, el melampodium o la salvia.



Características

Pendiente ligera
Indicios de erosión
Ausencia de herbáceas
Follaje abierto
Poda frecuente
Calles amplias
Posible uso de herbicida
Chaponeo frecuente



Soluciones

Disminuir frecuencia de poda
Aumento de densidad
Dispersión de semillas
de hierbas silvestres
Favorecer drenaje con
arvenses
Evitar hacer canales de drenaje
Evitar uso de herbicida
Barreras o terrazas vivas

Arvenses aliadas



Aceitilla blanca
(*Bidens odorata*)



Comelina
(*Commelina coelestis*)



Aceitilla morada
(*Bidens aequisquama*)



Melampodium
(*Melampodium
divaricatum*)



Sida
(*Sida colina*)



Salvia
(*Salvia mexicana*)

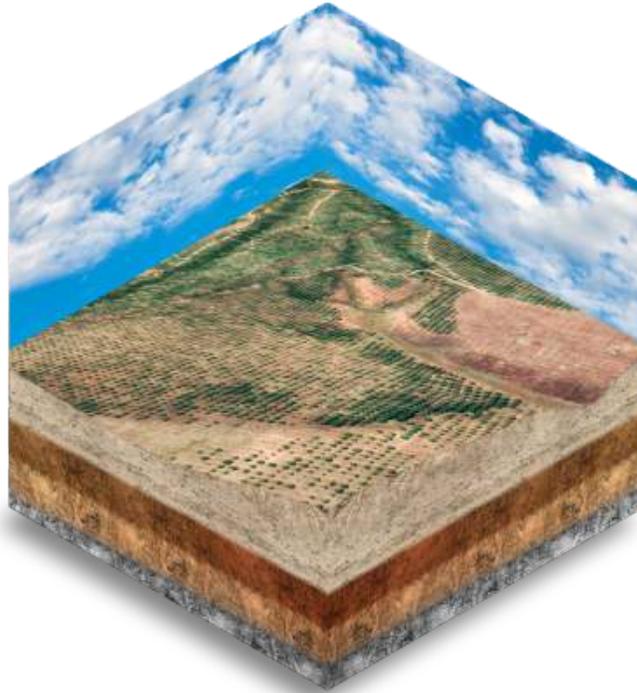
Huerta abierta

Las huertas abiertas rara vez están sin hierbas, pero puede ser que tengan pocas especies. Una evaluación de la cobertura existente permite definir si hay suficiente diversidad presente o hay que ayudar y promover que se recupere con acciones concretas. En algunas huertas hay cobertura completa de hierbas, pero con muy pocas especies. Seguramente el manejo que han tenido ha ido desplazando a otras especies (por ejemplo, con puras commelinas o un solo pasto). En esos casos es importante tratar de ubicar cuál es la práctica de manejo que desplaza a la mayoría de las especies y cambiarla o moderarla, para que se recupere la diversidad, ya sea natural o con complemento de siembras. Puede ser el número de cortes, o la altura de los cortes, o el paso de tractores, uso previo de herbicida, etc. Aquí nuevamente se buscaría promover o incorporar las especies que faltan en el equipo, combinando las que retienen el suelo con las que meten mucho carbono, las leguminosas fijadoras de nitrógeno, las de raíces profundas, con las que atraen insectos, etc.



Características

Pendiente ligera
Indicios de erosión
Ausencia de herbáceas
Follaje abierto
Poda frecuente
Calles amplias
Posible uso de herbicida
Chaponeo frecuente



Soluciones

Disminuir frecuencia de poda
Aumento de densidad
Dispersión de semillas de hierbas silvestres
Favorecer drenaje con arvenses
Evitar hacer canales de drenaje
Evitar uso de herbicida
Barreras o terrazas vivas

Arvenses aliadas



Variedad de pastos
(*Cynodon*, *Eragrostis*,
Trisetum, *Paspalum*)



Desmodium
(*Desmodium uncinatum*)



Aceitilla morada
(*Bidens aequisquama*)



Melampodium
(*Melampodium divaricatum*)



Aceitilla blanca
(*Bidens odorata*)



Cologania
(*Cologania biloba*)

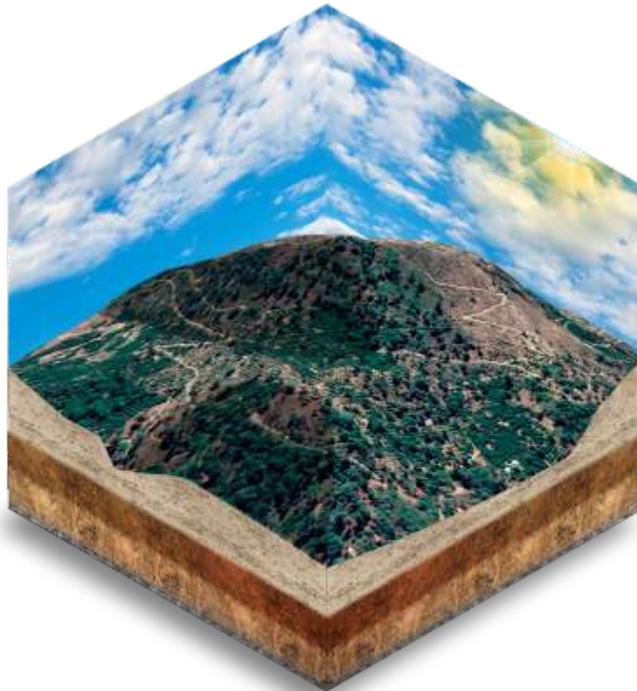
Huertas en paisajes complejos

Las huertas que comprenden áreas montañosas con laderas orientadas hacia diferentes puntos cardinales, e incluso con partes planas, son las más complejas para manejar en todos los sentidos, porque tienen mucha variación ambiental. El grupo de arvenses para este tipo de huertas estará en función de los diversos factores ambientales. La cobertura vegetal tendrá que favorecer la incidencia de luz para todos sus componentes: árboles de aguacate, otros árboles y hierbas. En las zonas con menos luz, la amplitud de las calles tendría que ser mayor y el porte de los árboles más bajo, para evitar el sombreado. Las zonas naturalmente más oscuras van a tener menos cobertura de hierbas y sería pertinente complementar la protección del suelo con métodos físicos, como cajetes, terrazas o barreras vivas, que también ayudan a reducir el sombreado y protegen el suelo. Es importante ubicar las zonas de escurrimiento y poner especial cuidado en que esas áreas tengan plantas resistentes a la corriente de agua y al exceso de humedad, para evitar que se formen láminas gruesas de agua y eventualmente cárcavas (huecos por lavado del suelo).

Nuevamente las raíces de pastos grandes y amacollados en combinación con pastos tipo *Eragrostis* sp., el trébol y otras plantas rastreras ofrecen mucha protección contra la fuerza de arrastre de la corriente. Estas hierbas resisten mucho, especialmente cuando tienen una altura de más de 20 cm; cuando se cortan al ras del suelo pierden mucha de su capacidad para sujetar porque el agua logra entrar al suelo y lo va deshaciendo y soltando. Es muy importante que, si se forman cárcavas, se actúe rápido para cubrirlas con hierbas porque, una vez iniciadas las cárcavas son el punto débil y el suelo empieza a desprenderse masivamente.

Características

Pendiente ligera
Indicios de erosión
Ausencia de hierbas
Follaje abierto
Poda frecuente
Calles amplias
Posible uso de herbicida
Chaponeo frecuente



Soluciones

Disminuir frecuencia de poda
Aumento de densidad
Dispersión de semillas
de hierbas silvestres
Favorecer drenaje con arvenses
Evitar hacer canales de drenaje
Evitar uso de herbicida
Barreras o terrazas vivas

Arvenses aliadas



Eragrostis y otros pastos
(*Cynodon*, *Eragrostis*,
Trisetum, *Paspalum*)



Desmodium
(*Desmodium uncinatum*)



Falso trebol
(*Oxalis* sp.)



Mazorquilla, Garbancillo
(*Lupinus* sp.)



Manto de la virgen
(*Ipomea tricolor*)



Alfalfilla
(*Melilotus indicus*)

Huertas con fragmento de bosque

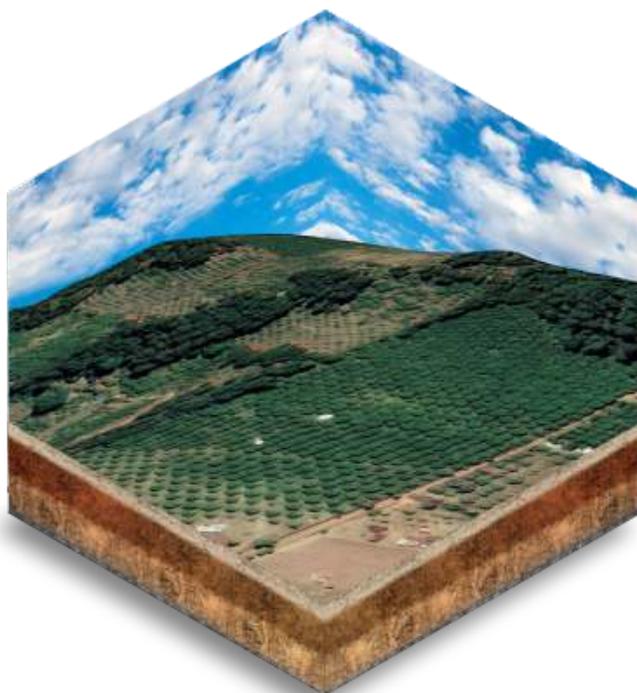
La presencia de áreas de bosque u otro tipo de vegetación natural dentro de las huertas es uno de los grandes tesoros para el cultivo de aguacate y debería entenderse como un componente que da soporte y es parte del sistema productivo, no como tierra ociosa, o algo desconectado de la huerta. La vegetación natural es una cobertura de cinco estrellas que debería acompañar siempre, en lo posible, a una plantación de aguacate y a todos los cultivos, solo que en el caso del aguacate resulta particularmente fácil combinar las dos coberturas. Muchas huertas albergan pequeñas, medianas y grandes áreas naturales, otras dejan estratégicamente árboles frutales y nativos intercalados en la plantación y otras intercalan el aguacate con árboles nativos. Todas estas prácticas son muy buenas para el cultivo y para el ambiente.

Las áreas de bosque en las partes más altas, o en las barrancas, ayudan a captar y retener agua en el suelo, sujetan el suelo, son reservorios de polinizadores del aguacate durante casi todo el año, son fuente de propágulos y semillas para mantener una cobertura vegetal muy diversificada y mucha biodiversidad en general, son lugares de contención y regulación de las plagas, las enfermedades y otros organismos que afectan al cultivo (tuzas, roedores) porque allí residen muchos depredadores y enemigos naturales, y también son generadores de microclima moderado que aminoran tanto las olas de calor como las de frío.



Características

- Retención de agua
- Retención de suelo
- Reservorio de arvenses
- Reservorio de polinizadores
- Reservorio de depredadores
- Ricas en biodiversidad
- Proporcionan servicios ambientales a la región
- Son patrimonio biológico



Soluciones

- Mantener zonas de bosque
- Dispersión de semillas de arvenses
- Favorecer la biodiversidad
- Evitar quemas y fuego
- Evitar uso de herbicida
- Emplear franjas de bosque como barreras vivas

Arvenses aliadas



Flor amarilla
(*Melampodium divaricatum*)



Hierba del cáncer
(*Cuphea aequipetala*)



Falso trebol
(*Oxalis* sp.)



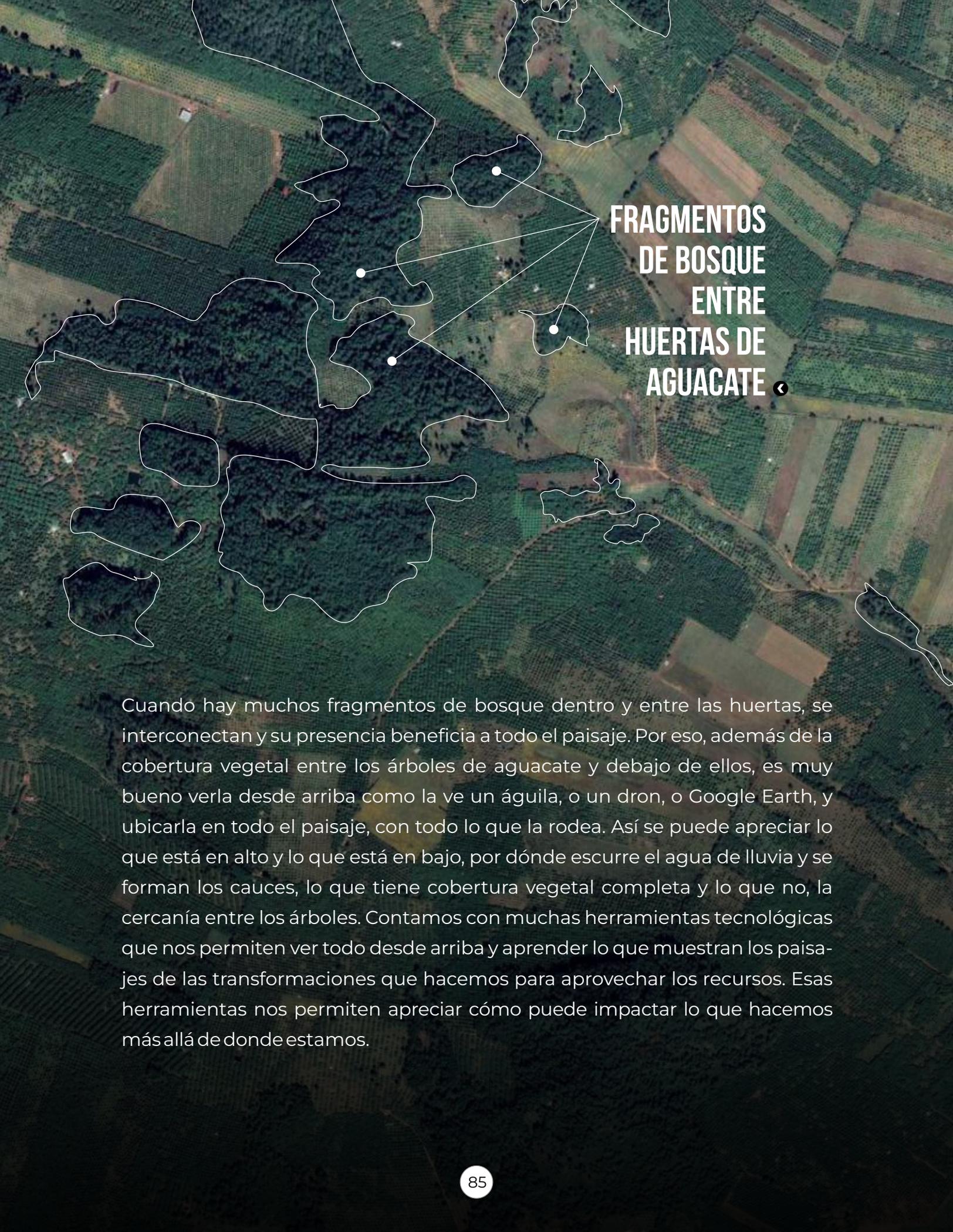
Mazorquilla, Carbancillo
(*Lupinus* sp.)



Salvia
(*Salvia mexicana*)



Culantrillo
(*Borreria suaveolens*)



FRAGMENTOS DE BOSQUE ENTRE HUERTAS DE AGUACATE ◀

Cuando hay muchos fragmentos de bosque dentro y entre las huertas, se interconectan y su presencia beneficia a todo el paisaje. Por eso, además de la cobertura vegetal entre los árboles de aguacate y debajo de ellos, es muy bueno verla desde arriba como la ve un águila, o un dron, o Google Earth, y ubicarla en todo el paisaje, con todo lo que la rodea. Así se puede apreciar lo que está en alto y lo que está en bajo, por dónde escurre el agua de lluvia y se forman los cauces, lo que tiene cobertura vegetal completa y lo que no, la cercanía entre los árboles. Contamos con muchas herramientas tecnológicas que nos permiten ver todo desde arriba y aprender lo que muestran los paisajes de las transformaciones que hacemos para aprovechar los recursos. Esas herramientas nos permiten apreciar cómo puede impactar lo que hacemos más allá de donde estamos.

Huertas con calles que cumplen un propósito específico

(forraje, polinización, contención de plagas, fertilización, entre otros).

La cobertura de las huertas puede tener varios fines y se puede manejar de manera mixta, promoviendo todos los beneficios a la vez, o se puede separar por conveniencia para propósitos específicos. Por ejemplo, se pueden destinar calles distribuidas estratégicamente para crear barreras biológicas de contención de plagas, donde se siembran plantas que se sabe que atraen insectos depredadores o parasitoides. En otras calles poco transitadas se pueden sembrar o promover plantas para atraer polinizadores y hacer pocos cortes de hierba y a más de 30 cm de altura para que logren florecer. Muchas de las plantas con flores atractivas para los polinizadores no llegan a florecer si se cortan muy a ras del suelo.

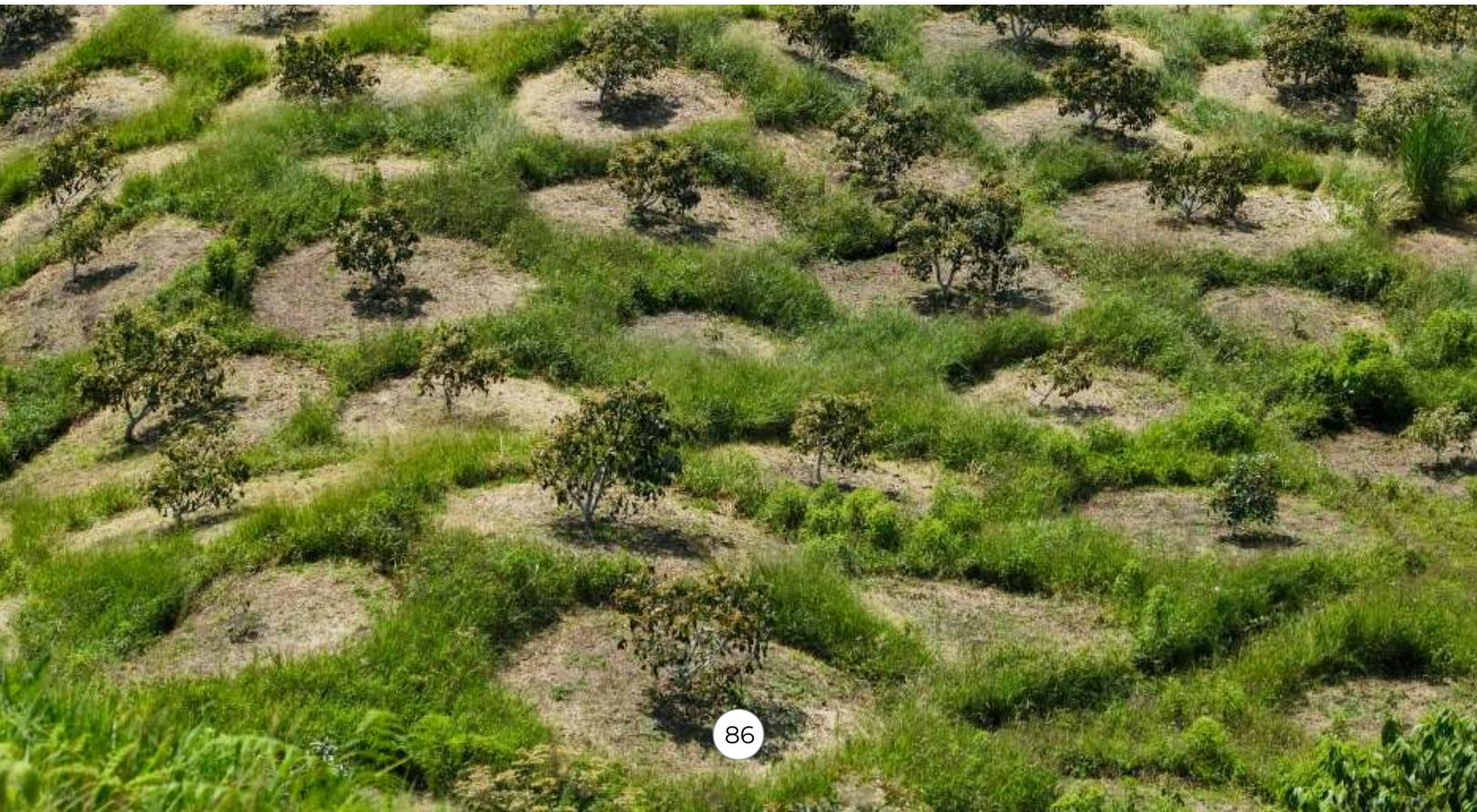




Figura 28. Calle de huerta cubierta con *Tagetes lunulata*. Esta especie proporciona néctar y polen a diversos polinizadores del aguacate. 🐝

Plantas como *Bidens odorata*, *Melampodium divaricatum*, *Sida collina*, *Galinsoga quadriradiata* y *Tagetes lunulata* atraen muchas especies de abejas, avispas y moscas que pueden polinizar el aguacate y mantienen a estos insectos mientras no hay floración de aguacate (Fig. 28). Y se combinan los beneficios porque algunas de esas avispas son parasitoides de las plagas del aguacate y esas plantas son buenas acondicionadoras del suelo. Atraer muchos polinizadores es de gran beneficio porque cuando estos están presentes se logran cuatro veces más frutos y, cuando hay muchos tipos, aunque alguno desaparezca, siempre quedan otros para sostener la función. Desafortunadamente, hemos medido que en la mayoría de las huertas solamente hay abeja europea (*Apis mellifera*), que se mantiene en colmenas locales o rentadas. Hay muchos otros insectos pequeños que acarrean mucho polen de aguacate, como las avispas *Polistes instabilis*, *Polistes major* y *Parachatergus mexicanus* y moscas de la familia Tachinidae, pero han sido desplazados por la abeja europea y por las fumigaciones con insecticidas tóxicos (Villamil, 2014).

Aparte de dar soporte para la producción de aguacate, las calles se pueden usar para producir otros cultivos, plantas de interés comercial o medicinal u otros productos. Un uso muy desaprovechado es el de producción de forraje para ganado, que puede ser además un forraje diversificado con leguminosas que beneficien al ganado y al aguacate. Los cultivos grandes de ciclo largo no compaginan bien con el tránsito de vehículos, pero otros son fácilmente intercalables en las orillas de la calle sin estorbar, como se ha cultivado el chile perón, y se puede producir lo que crece de manera silvestre como diente de león, anís, manzanilla, árnica, estevia... En cercos vivos puede sembrarse moringa, medicinal muy rentable y además excelente forraje, igual que *Crotalaria* sp, alimento humano y de ganado, o guaje blanco y rojo. Las combinaciones y posibilidades son muchísimas (Fig. 29).

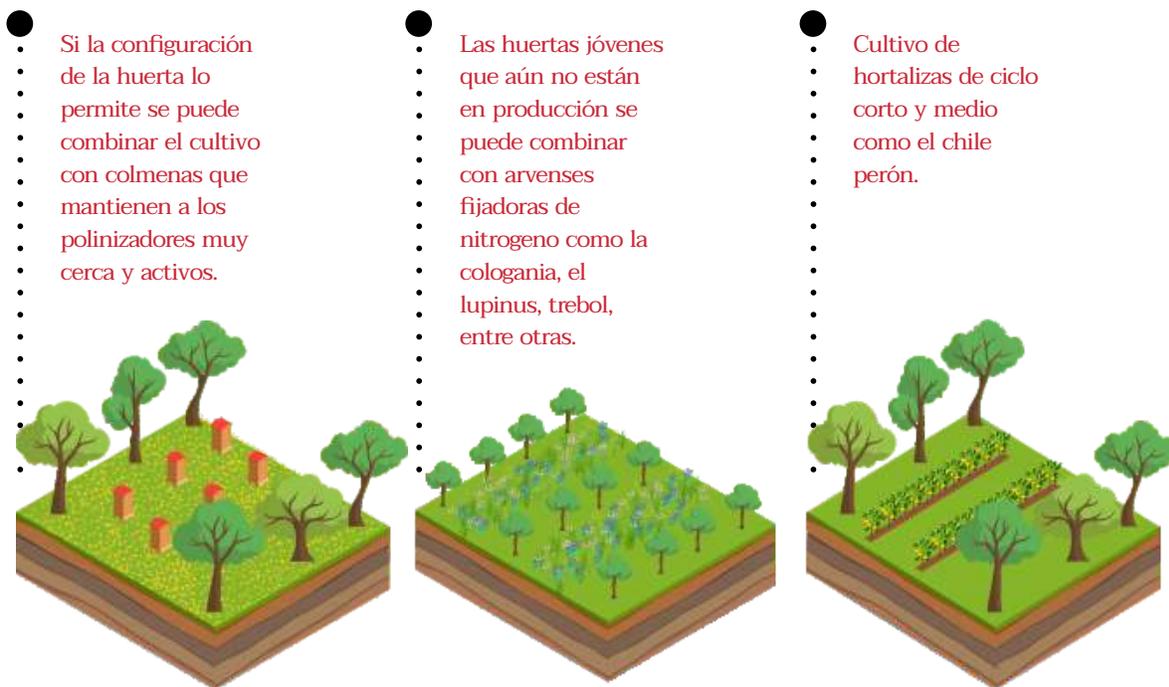


Figura 29. Usos que algunos productores dan a las calles o espacios entre hileras. 🔄

Conclusiones

Esperamos que este manual logre el objetivo de mostrar todo lo que puede significar la cobertura vegetal de la huerta para el éxito del cultivo de aguacate y su sostenibilidad a largo plazo, así como las formas en las que se puede transformar la cobertura para manejarla y aprovecharla mejor. Aquí hemos revisado los principios básicos para multiplicar los beneficios de la cobertura, manejándola sin utilizar productos tóxicos. Resumimos nuestras recomendaciones en diez conclusiones para aprenderse de memoria. ➤

El trabajo que hicimos para compilar la información de este manual nos enseñó que las huertas de aguacate no solamente son lugares hermosos y productivos, sino que pueden ser excelentes ejemplos de sistemas de producción que cuidan el ambiente, conservan los recursos y dan empleo y sustento a muchas personas. La elección la hace cada persona que produce y hemos encontrado personas ejemplares, decididas a hacer las cosas lo mejor posible en sus huertas y a conservarlas como un modo de vida duradero, no para un lucro inmediato e irresponsable. Las huertas siempre tienen gente trabajando y las y los productores están muy orgullosos de generar bienestar familiar y empleos. El manejo de la cobertura vegetal con control mecánico y el trabajo de personas, que es actualmente la forma predominante de trabajar la cobertura vegetal en las huertas, merece una felicitación para quienes ya lo realizan. Ojalá este manual sea un aliciente para que ellas y ellos mejoren su cobertura y para que, quienes aún usan productos tóxicos para manejar su cobertura vegetal, los cambien por el trabajo de personas asistidas por máquinas (y no al revés) y así se produzcan aguacates limpios, saludables y más responsables con el ambiente que sostiene su propia producción.

Recomendaciones

- 1 Nunca dejar el suelo expuesto sin cobertura vegetal, porque se nos pierde.
- 2 Buscar que el suelo esté protegido por plantas enraizadas, porque la hojarasca y la copa de los árboles no protegen lo suficiente.
- 3 Mantener calles abiertas y luminosas para promover la cubierta de hierbas mediante podas regulares.
- 4 Regular el crecimiento de las hierbas con control mecánico, combinando la desvaradora, la desbrozadora (güiro) y el machete.
- 5 Hacer nada más los cortes indispensables para las inspecciones y los permisos de corte.
- 6 Cortar a 30 cm de altura, que es una buena práctica de conservación de biodiversidad y especies útiles, la cual debe defenderse en las inspecciones y permisos de corte.
- 7 El exceso de cortes y los cortes muy bajos reducen la riqueza de especies de la cobertura y se pierden muchas flores para atraer insectos polinizadores y reguladores de plagas y hacer más fértil el suelo.
- 8 El espacio de las calles puede aprovecharse para varios fines, tanto productivos como de conservación de los recursos de la huerta, no solo para transitar.
- 9 Un buen manejo de la cobertura trae humedad al suelo y a los cuerpos de agua, fresca en el aire, suelo fértil y poroso, polinizadores nativos, regulación natural de plagas y enfermedades, control de erosión y muchos beneficios más.
- 10 Un área de vegetación natural dentro de la huerta es la mejor combinación y la mejor aliada para el éxito del cultivo de aguacate, desde el nivel plantación hasta el nivel de la cuenca hidrográfica y toda la región.



**«LAS
HIERBAS
SON TUS
ALIADAS,
MANÉJALAS
A TU FAVOR»**

Bibliografía

- Astier, M., Merlín-Uribe, Y., Villamil-Echeverri, L., Garciarreal, A., Gavito, M. E. y Maser, O. R. (2014).** Energy balance and greenhouse gas emissions in organic and conventional avocado orchards in Mexico. *Ecological Indicators*, 43, 281-287.
- Bonilla Balderas, V. (2015).** Calidad del suelo en bosques de pino, huertas aguacateras y parcelas agrícolas de Michoacán, México. (tesis de licenciatura), Ciudad Universitaria. Licenciatura en Biología, Fac. de Ciencias, UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México.
- CEDRSSA. (2017).** Caso de exportación: Aguacate. Centro de Estudios Desarrollo Rural Sustentable y Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados.
- FIRA. (2021).** Costos de producción de cultivo de aguacate durante el año 2018. Michoacán, México.: Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.
- Franco, M., Leos, J., Salas, J., Acosta, M. y García, A. (2018).** Análisis de costos y competitividad en la producción de aguacate en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(2), 391-403.
- García-Brule, J. (2015).** Evaluación de prácticas de manejo de la cobertura vegetal para reducir la pérdida de suelo en huertas de aguacate (*Persea americana*) (tesis de licenciatura), Ciudad Universitaria. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gavito, M. E., Astier, M., Villamil Echeverri, L., Merlín-Uribe, Y., Martínez-Cruz, J., Ramírez García, E. y Ayala Barajas, R. (2011).** Evaluación del impacto ecológico del cultivo del aguacate a nivel regional y de parcela en el estado de Michoacán: validación de indicadores ambientales en los diferentes tipos de producción (etapa 1).
- Gavito, M. E., Astier, M., Villamil Echeverri, L., Merlín-Uribe, Y., Martínez-Cruz, J., Ramírez García, E. y Ayala Barajas, R. (2012).** Evaluación del impacto ecológico del cultivo del aguacate a nivel regional y de parcela en el estado de Michoacán: validación de indicadores ambientales en los diferentes tipos de producción (etapa 2).

- Gavito, M. E., Villamil Echeverri, L., Merlín-Uribe, Y., Martínez-Cruz, J., Ramírez García, E., Ayala Barajas, R. y Astier, M. (2019).** Sinergias y antagonismos: manejo agronómico y mantenimiento de la diversidad de herbáceas y polinizadores en huertas de aguacate. En CONABIO (Coord.), *La biodiversidad en Michoacán. Estudio de estado 2* (pp. 269-278). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Gómez-Tagle, A., Ávila, A. y Bruijnzeel, L. A. (2015).** Precipitation partition in a tropical montane pine-oak forest in central Mexico. *Bosque*, 36(3), 505-518.
- Guzmán, G. y Astier, M. (2017).** Organic Farming: Between The Relocation Of Energy Flows and Input Replacement. En G. Guzmán y M. González de Molina (coord.), *Energy in Agroecosystems: A Tool for Assessing Sustainability* (pp. 177-195). CRC Press.
- Guzmán-Plazola, P., Guevara-Gutiérrez, R. D., Olgún-López, J. L. y Mancilla-Villa, O. R. (2016).** Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas y uso de agroquímicos. *Idesia (Arica)*, 34(3), 69-80.
- Mekonnen, M. y Hoekstra, A. Y. (2010).** *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crops products*. UNESCO-IHE.
- Merlín-Uribe, Y., Villamil Echeverri, L., Martínez Cruz, J., Ramírez García, E., Ayala Barajas, R., Astier, M. y Gavito, M. E. (2014).** *Biodiversidad útil: plantas e insectos benéficos asociados al cultivo de aguacate en Michoacán*. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM.
- Merlín-Uribe, Y., Villamil Echeverri, L., Martínez-Cruz, J., Astier, M. y Gavito, M. E. (2013).** Plantas asociadas al cultivo de aguacate. *Rapid Color Guides* (494), 12..
- Pat López, E. R. (2015).** *Niveles nutricionales, color y reflectancia espectral de las hojas de los árboles en huertas de aguacate (Persea americana) en Michoacán*. (tesis de licenciatura), Chetumal, Quintana Roo. Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Quintana Roo.
- Sommaruga, R. y Eldridge, H. M. (2021).** Avocado Production: Water Footprint and Socio-economic Implications. *EuroChoices*, 20(2), 48-53.

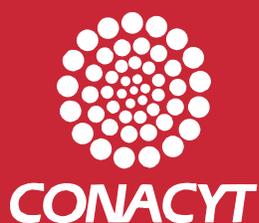
Villamil Echeverri, L. (2014). *Incidencia del manejo agronómico orgánico y convencional sobre los polinizadores del cultivo de aguacate (Persea americana Mill.) en el estado de Michoacán, México.* (tesis de licenciatura), Buenos Aires, Argentina. Facultad de Agronomía, área Recursos Naturales. Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Villamil-Echeverri, L., Ramírez García, E., Ayala Barajas, R., Merlín-Uribe, Y., Astier, M. y Gavito, M. E. (2014). Insectos acarreadores de polen de aguacatero y herbáceas asociadas al cultivo de aguacate. *Rapid Color Guides* (612), 4.

Villamil, L., Astier, M., Merlín-Uribe, Y., Ayala-Barajas, R., Ramírez-García, E., Martínez-Cruz, J., Devoto, M. y Gavito, M. E. (2018). Management practices and diversity of flower visitors and herbaceous plants in conventional and organic avocado orchards in Michoacán, Mexico. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(5), 530-551.







La elaboración de este manual fue posible gracias al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT-2021-319016



Consulta el canal de videos que complementan el manual.

Entrevistas con expertos que profundizan en diversos temas abordados en el manual.



Consulta este manual en versión de texto ajustable (EPUB).

Permite una lectura más cómoda en dispositivos móviles pequeños.



Consulta este manual en versión de texto ajustable (Kindle).

Permite una lectura más cómoda en dispositivos móviles pequeños que usen Kindle.



Consulta este manual en versión PDF.

Conserva el formato de diseño original. Recomendado para computador o tableta electrónica.