

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA PRODUCCIÓN DE AGUACATE PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN PAISAJE SIERRA DE TAPALPA



LANDSCALE

Editores

Ing. Rigoberto Román López
Ing. Martín Alejandro Villanueva García
Ing. Claudia Soto y Jiménez
Lic. Tanya Jacqueline Flores Mejía
Ing. Mariana Monroy Nava
Ing. Carlos Ignacio López Villanueva

Revisores

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial
Carmen Gómez Lozano - Directora de Corredores Biológicos y Cuencas
Ana Marina Flores Villareal - Asistente Técnico Facilitador del Proyecto Carne Libre de Deforestación

Rainforest Alliance México

Santiago Machado Macías - Gerente en Paisajes Sostenibles
Gustavo Rojas - Asociado Senior en Paisajes Sostenibles
Susana Erika Salmerón Hermosillo - Asociada en Paisajes Sostenibles
Alenzy Mitzael Chávez Ventura - Coordinador de Paisajes Sostenibles

Héctor Fabio Messa Arboleda
José Samuel García Robles
Jaime Adrián Santana Murillo
Quetzalpilli Robles Saray

Diseño de ilustraciones y editorial

Lic. Cynthia Corina Tapia Ramírez
Lic. Jessyca Sarahy Cornejo Gallo

Fotografías de portada

Grupo Peña
Dr. Luis Enrique Peña Barajas

Guadalajara, Jalisco, México.
Junio, 2022

Manual de buenas prácticas en la producción de *berries* para la conservación de la biodiversidad en Paisaje Sierra de Tapalpa



Agradecimientos

Enlace Ambiental y Proyectos S.C. expresa su profundo agradecimiento a las instituciones y personas, quienes compartieron su amplio conocimiento en numerosos temas, proporcionando información valiosa contenida en el presente documento. Gracias por hacer posible la elaboración del **“Manual de buenas prácticas en la producción de aguacate para la conservación de la biodiversidad en el Paisaje Sierra de Tapalpa”** a:

Dr. Luis Enrique Peña Barajas

Grupo Peña. Sitio web: <https://papastapalpenas.com/>

MSc. Armando García Angulo

Director de la Asociación de Productores Exportadores de Aguacate de Jalisco AC. Sitio web: <https://www.apeajal.mx/>

Lic. Ana Cecilia Sánchez Velázquez

Ing. Walter Alejandro Villalobos López

Ing. Efrain Baltazar Guzmán

Ing. Yessica Lizeth Jimenez Hernández

Ing. Luis Fernando Anguiano Montoya

Ing. Araceli del Socorro Zambrano Sánchez

Ing. Ray Williams Jacobo Hernández

Grupo Los Cerritos. Sitio web: <https://grupoloscerritos.com.mx/>

Lic. Víctor Hugo Águilar Doncel

Lic. Alejandra Patiño Figueroa

Lic. Ana Luisa Rodríguez López

Driscoll's. Sitio web: <https://www.driscolls.com/>

Ing. Ramon Zamora Quintero

Rancho El Becerradero. Grupo Zaqui. Sitio web: <http://grupozaqui.com.mx/>

Ing. Saúl Rodrigo Reséndiz Ávila

Alumno de Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental

Lic. Emmanuel Munguía Fernández

Coordinador de sustentabilidad Aneberries. Sitio web: <https://www.aneberries.mx/>





Índice

Introducción	6
¿Cómo usar el manual?	8
Programa de Ordenamiento territorial de la Región de Tapalpa	12

PRÁCTICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUACATE

Resumen de las prácticas	18
Manejo ecológico del suelo	20
Manejo integral de plagas	29
Bordos seguros para animales silvestres	41
Consumo eficiente de agua	48
Protección de zonas forestales y cuidado del paisaje	55
Conservación y aumento de la población de polinizadores	62
Plan de manejo del fuego	68

Introducción

El **Paisaje Sierra de Tapalpa** (PST) está conformado por los municipios de Atemajac de Brizuela, Chiquilistlán, San Gabriel y Tapalpa. Dada su ubicación, este forma un corredor biológico, que conecta áreas de importancia para la biodiversidad: al noroeste se encuentra Sierra de Quila; parte del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima y el Bosque Mesófilo de Montaña se encuentran dentro del territorio del municipio de San Gabriel; Sierra de Manantlán se localiza al suroeste de la región. Además, cerca de su territorio se encuentran las Lagunas de Sayula, Zapotlán y Atotonilco, todas ellas designadas como sitios RAMSAR (LandScale, 2021).

No obstante, en los últimos 10 años, la expansión agrícola en la región ha ejercido presión sobre estas áreas de conservación, particularmente en selvas bajas y bosques, debido a prácticas como la tala ilegal, deforestación, sobreexplotación de recursos hídricos y uso intensivo de agroquímicos, por mencionar algunos (LandScale, 2021).

Una de las actividades relacionadas con la problemática es la producción de aguacate en la región. En 2019, San Gabriel fue el municipio con mayor superficie de tierra

destinada a la producción de aguacate, con un total 2,589.82 hectáreas; seguido de Tapalpa, con 1,201.09 hectáreas; Chiquilistlán, con 298.04 hectáreas; y, finalmente, Atemajac de Brizuela, con 5.20 hectáreas.

Desafortunadamente, el desarrollo de esta actividad está relacionado con problemas de contaminación, por el uso y manejo intensivo de agroquímicos, para el control de plagas cuarentenarias, y pérdida de fertilidad en el suelo, por mantenerlo sin cobertura y no aportar materia orgánica; aunado a que, en algunas áreas del territorio, se cultiva en pendientes de más del 60%, incrementando el riesgo de erosión del suelo y los costos de producción. Por otro lado, existe una importante presión sobre zonas boscosas, que se manifiesta en una expansión de linderos de huertas hacia el bosque, deforestación para instalación de huertas, construcción de sistemas de captación de agua pluvial, a manera de bordos, y perforación de pozos muy profundos, incluso algunos sin permiso, que ejercen una presión sobre los acuíferos (LandScale, 2021).

Este manual se hace con la finalidad de brindar elementos informativos y de comunicación, que permitan, a quienes se de-

dican a la producción de aguacate, comprender los impactos generados por este sector. A la par, se busca brindar una guía de buenas prácticas para mejorar sus espacios y actividades, pensando en la restauración del paisaje y la conservación de la biodiversidad en la región.

Las buenas prácticas han sido pensadas para implementarse desde la planeación de las actividades agrícolas. Cada una de ellas se plantea en escenarios, donde puedan realizarse malas prácticas, proponiendo acciones para transitar hacia la buena acción. Con su implementación, se busca que haya un equilibrio entre la producción de alimentos y la protección de los recursos naturales del Paisaje Sierra de Tapalpa.

Debido a que se trata de un manual de primera aproximación, las acciones sirven como guía para que el usuario pueda llevarlas a cabo con sus propios medios, y se señalan aquellas en las que es necesaria la ayuda de un asesor técnico o legal. Además, se proporcionan fuentes de información para adentrarse más en el tema particular, si así se desea. Por otro lado, cada una de las propuestas pueden ajustarse o modificarse, según las necesidades particulares de cada productor.



¿Cómo usar el manual?

Este manual cuenta con 7 buenas prácticas para la producción de aguacate. Cada una de las fichas ha sido diseñada de tal forma que el lector pueda conocer de forma sencilla qué acciones debe poner en práctica para ayudar a la conservación y cuidado del Paisaje Sierra de Tapalpa y, por lo tanto, encaminarse hacia un modelo de agricultura sostenible. Todas las fichas se complementan con imágenes representativas de la región e ilustraciones, permitiendo a los usuarios encaminarse a mejores prácticas.

A continuación, se enlistan los elementos que contiene cada ficha y el orden sugerido para su lectura.

Cada buena práctica responde a un conjunto de interrogantes:

1. **Objetivo:** El propósito de esta sección es brindarle al lector un preámbulo del contenido y del objetivo de la ficha.
2. **¿A quién va dirigida esta buena práctica?:** Señala los actores identificados para llevar a cabo la buena práctica.

3. **Para más información:** La finalidad de este apartado es brindarle al usuario más información que pueda consultar por internet, y así motivarle a conocer y aprender más sobre la buena práctica. Esta sección está diseñada para que, al colocar el título en el buscador, el primer enlace sea el documento por consultar.

Paso 1. Ingresar en el buscador el nombre del documento que se desee consultar. Ejemplo: “Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México”



Q Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de X

Paso 2. Una vez ingresado el título presionar “ENTER”, enseguida se desplegará información sobre el tema. Dar clic en el primer enlace sugerido.

The image shows a Google search interface. The search bar contains the text "Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México". Below the search bar, there are navigation options: "Todos", "Imágenes", "Noticias", "Videos", "Maps", "Más", and "Herramientas". The search results show "Cerca de 150,000 resultados (0.29 segundos)". The first result is a PDF document from "https://www.centrogeo.org.mx" with the title "Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México". A red arrow points to the title of this first result. To the right of the search results, there is a preview of the PDF document, which has a cover image of a plant and the title "ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN AGROECOSISTEMAS DE MÉXICO" by HELENA COBERR ÁVALOS and MARÍA LUISA CUEVAS BERNÁNDEZ. A red arrow points from the search result to the PDF preview.


4. **Problemática:** Con apoyo de ilustraciones, esta sección describe e ilustra los impactos derivados de las malas prácticas en el entorno, y el efecto que ocasionan en las plantas y animales.
5. **Grado de afectación:** El grado de afectación a la fauna y flora del PST se desarrolló mediante la información recabada, por medio de entrevistas con administradores de áreas naturales protegidas, como Sierra de Quila y el Nevado de Colima; con las juntas intermunicipales, administradores de sitios turísticos y desarrolladores de cabañas; además de una amplia consulta de artículos de divulgación científica, trabajos de grado, documentos oficiales de gobierno y estudios en la región.

Ofrece una evaluación del riesgo a la flora y fauna que, en las circunstancias actuales en las que se llevan a cabo las actividades en el sector, representan una amenaza para la biodiversidad del PST.

Se adaptó al criterio de intensidad propuesto por Fernández-Vítora *et al.*, 1997, el cual representa la magnitud o el grado de incidencia de la mala práctica en mamíferos, reptiles, anfibios, aves, insectos y flora.

Intensidad del impacto		
Color	Clasificación	Descripción
	Baja	Afectación mínima.
	Media	Afectación media.
	Alta	Afectación alta.

Clasificación del criterio de valorización Intensidad del Impacto en la flora y fauna del PST.
Fuente: Tomado y adaptado de Fernández-Vítora *et al.*, 1997.



De acuerdo a la tabla anterior, la intensidad del impacto puede ser baja, media y alta donde:

Amarrillo: El impacto es **bajo** cuando la afectación de la mala práctica sobre la flora y fauna es mínima y/o indirecta. Esto quiere decir que no hay efectos graves en las poblaciones y tardan poco en recuperarse.

Naranja: Se considera de nivel **medio** cuyo efecto se manifiesta como una alteración de las poblaciones o de sus procesos, cuyas repercusiones están situadas entre los niveles bajo y alto.

Rojo: Se considera impacto **alto** a la fauna y flora cuando el efecto se manifiesta como una modificación grave e inmediata de su población o de sus procesos fundamentales, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos.

- 6. Método de aplicación:** Detalla los pasos que debe considerar cada uno de los usuarios para implementar la buena práctica. Para la construcción de esta sección se tomó como referencia entrevistas con desarrolladores, propietarios y administradores de cabañas y sitios turísticos que llevan a cabo buenas prácticas en la región. Así mismo, leyes, normas y el reciente Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Regional.
- 7. Beneficios para la biodiversidad:** Señala los beneficios de implementar las buenas prácticas en la biodiversidad.

Programa de Ordenamiento Territorial de la Región de Tapalpa

¿Qué es y para qué sirve el ordenamiento?

El **Programa de Ordenamiento Territorial Regional de Tapalpa** (POTR) es un instrumento normativo, que regula los usos de suelo para hacer frente a las problemáticas que han afectado a la región en los últimos años (p. ej., deforestación y sobreexplotación del agua). Se han establecido criterios que permiten la armonización de las actividades en el territorio (p. ej., turismo campestre), la provisión de servicios ambientales y la conservación de ecosistemas, a partir de la comprensión del impacto (SEMADET, 2021). Se conoce como Unidad de Gestión Ambiental (UGA) a una unidad mínima del territorio a la que se le asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas. Los lineamientos del ordenamiento pretenden cuidar y recuperar la flora y fauna de la región, así como la conectividad con otras áreas. En términos más generales, el POTR sirve para determinar las actividades que son y no son permitidas, según el tipo de uso de suelo.

La planeación para regular las actividades productivas y la conservación de los ecosistemas ayuda a promover el desarrollo sustentable, a partir de los usos del suelo y criterios ecológicos para el aprovechamiento del territorio municipal, sentando las bases para la restauración y recuperación de los recursos naturales (Ramírez, Cruz, Morales, & Monterroso, 2016). Asimismo, brinda la oportunidad de prevenir problemas futuros, identificando tendencias de uso del territorio y el impacto que tienen sobre la biodiversidad.

En el POTR se puede revisar si el sitio permite el tipo de actividad planeada (p. ej., agrícola, pecuaria, turística). Se puede consultar los mapas o coberturas en la página <http://siga.jalisco.gob.mx/ordenamiento/>. Si no queda claro si el proyecto está permitido o no, de acuerdo a los lineamientos del ordenamiento, se puede acudir directamente al departamento de obras públicas o ecología de los 4 municipios del Paisaje Sierra de Tapalpa; o bien, comunicarse con SEMADET en el teléfono (33) 30-30-80-50, en las extensiones 55717, 55721 y 56254.



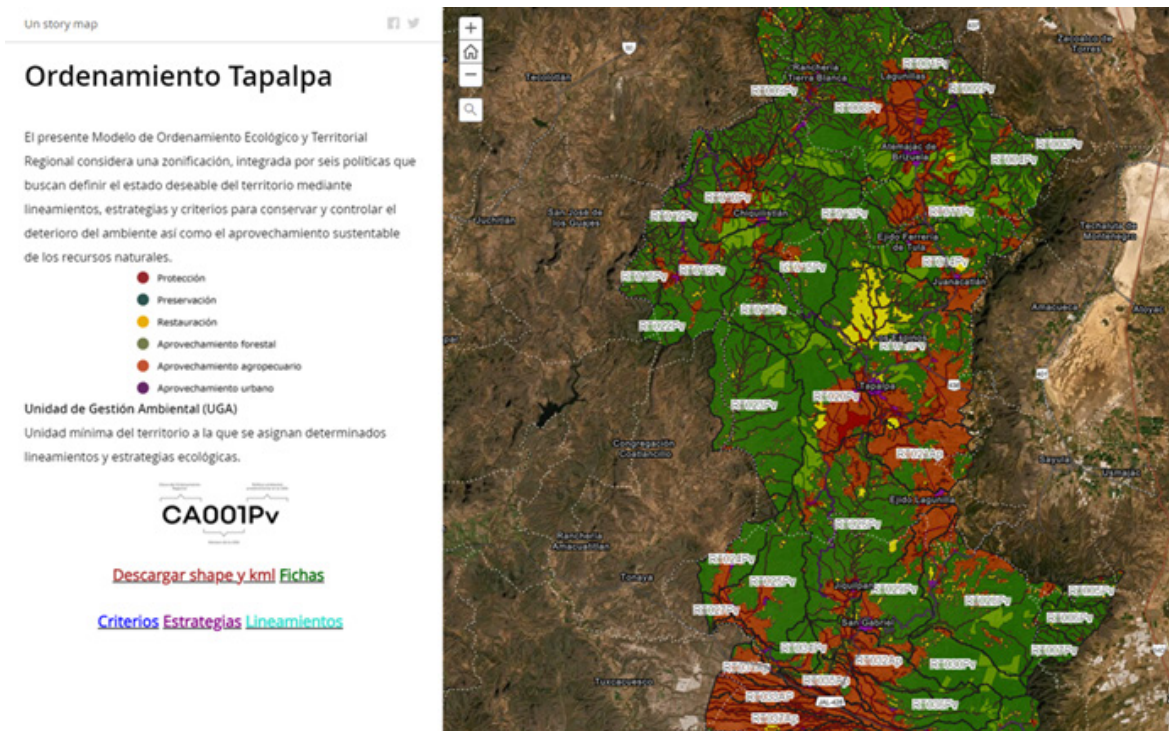
Unidades de Gestión Ambiental en la región Tapalpa (SEMADET, 2021).

¿Quién está obligado a cumplir con el ordenamiento? ¿A quién va dirigido?

Todos los residentes que pretendan realizar una actividad productiva o que implique la construcción o presencia humana en el Paisaje Sierra de Tapalpa, dueños de terrenos y desarrolladores de cabañas.

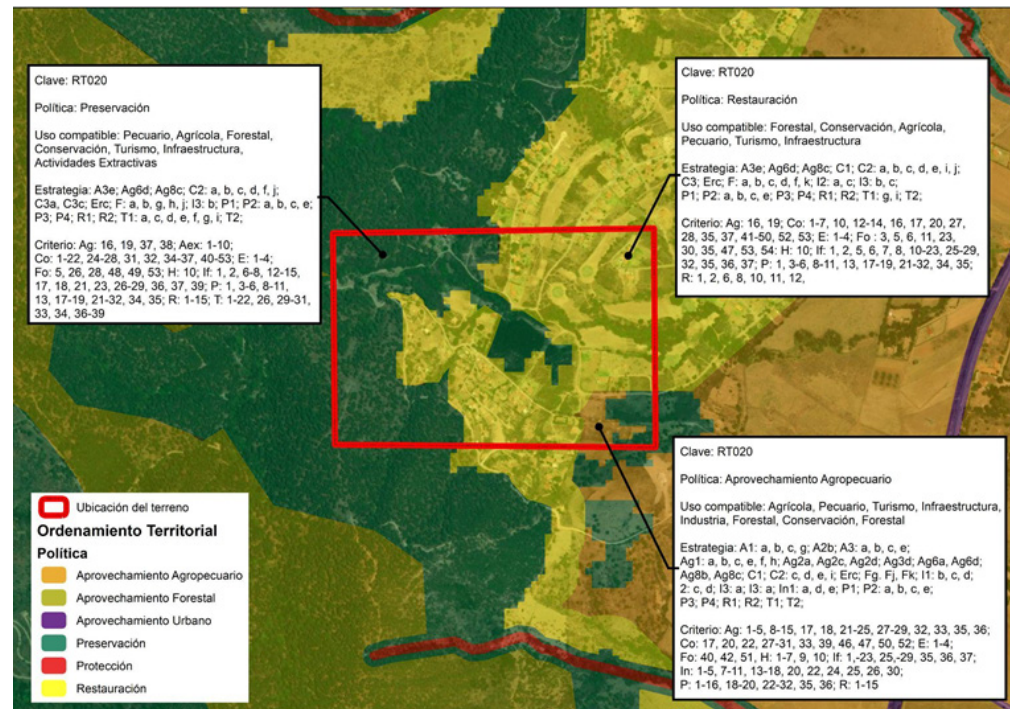
Ejemplo práctico de cómo utilizar la página del ordenamiento, si quiero construir un complejo habitacional o realizar actividades agrícolas y pecuarias:

1. Ir a la página de SEMADET para consultar el ordenamiento y descargar el shape/kml y los documentos de fichas, criterios, estrategias y lineamientos.



Consultar el ordenamiento de Tapalpa (mapas, criterios, estrategias, fichas y lineamientos) en la página de SEMADET <http://siga.jalisco.gob.mx/ordenamiento/>

2. Descargar Google Earth en la página <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>
3. Abrir el archivo KML en la aplicación Google Earth, ir a la zona en donde se encuentre el terreno y determinar la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) en la que se encuentra. La UGA contiene una serie de políticas, usos compatibles, estrategias, criterios y lineamientos, que aplican a las actividades que se desarrollan en su territorio.



Ejemplo para saber determinar cuáles son las políticas y usos compatibles que aplican en mi terreno y las estrategias, criterios y lineamientos que tengo que revisar según la actividad que planeo realizar.

4. En este caso, el terreno cae en la misma UGA (RT020). También, le aplican tres políticas distintas, Preservación, Restauración y Aprovechamiento Agropecuario; cada una con diversos usos compatibles. Si el terreno es para fines agrícolas (Ag), se deben revisar las estrategias, criterios y lineamientos que apliquen para esta actividad.

5. Para ello, revisar el documento de estrategias que se encuentra en la página de SEMADET, y buscar todas las estrategias que apliquen para las actividades agrícolas. Por ejemplo, para la parte del terreno que cae en política de Restauración, buscar las estrategias Ag6d y Ag8c, que dicen lo siguiente:

Clave	Tema	Estrategia		Acciones
Ag6	Agrícola	Sistemas agroforestales y silvopastoriles	d	Fomentar la reconversión a producción agroforestal de aquellos cultivos o pastizales ubicados en zonas forestales o preferentemente forestales.
Ag8		Agricultura ecosistémica	c	Establecer vegetaciones endémicas arbóreas de linderos de parcelas y bordes de caminos.

6. Realizar el mismo procedimiento para los criterios, y buscar el Ag 16 y Ag 19.

Clave	Criterio
Ag 16	Se deberá mantener una franja de vegetación nativa sobre el perímetro de los predios de pastoreo y agrosilvopastoriles.
Ag 19	De ser autorizado un cambio de uso de suelo forestal a agropecuario, solo se podrán realizar actividades silvopastoriles, agroforestales o agrosilvopastoriles.

7. De esta manera se pueden determinar cuáles son los criterios, estrategias y lineamientos que aplican en el terreno, y ver si estos son compatibles con cualquier actividad que se quiera realizar, pudiendo ser esta agrícola, pecuaria, de aprovechamiento forestal, uso turístico o construcción, entre otros.

Nota: Cada proyecto y cada sitio tiene sus condiciones particulares, la presente explicación intenta mostrar la utilidad del instrumento, su importancia y las limitantes que puede tener a un proyecto, para tener la certeza total de la posibilidad de cualquier proyecto habitacional, recreativo o turísticos se recomienda acercarse a las autoridades o algún experto, pero sobre todo se recomienda hacerlo previo a cualquier construcción ya que no acatar el ordenamiento puede resultar en la clausura o cancelación.





PRÁCTICAS PARA PRODUCCIÓN DE
AGUACATE



Resumen de las prácticas

Las buenas prácticas para la producción en huertas de aguacate son un conjunto de pautas y recomendaciones, que han sido pensadas para implementarse desde la planeación de las actividades agrícolas, donde el propósito es prevenir, subsanar y mejorar el desarrollo de la actividad. Estas buenas prácticas son:

- 1. Manejo ecológico del suelo:** Prevenir la degradación de las parcelas dedicadas al cultivo de aguacate, aumentar la biodiversidad microbiológica y mejorar la producción, sin comprometer la calidad del suelo.
- 2. Manejo integral de plagas:** Diseñar un plan de manejo integral de plagas, para prevenir la aparición de animales, plantas y enfermedades, que ataquen al cultivo de aguacate; el cual priorice el monitoreo y el uso de controles culturales y biológicos, antes del uso de plaguicidas.
- 3. Bordos seguros para animales silvestres:** Describir las medidas necesarias para la construcción y/o adecuación de bordos de agua ya construidos, para así disminuir su impacto en la fauna silvestre por ahogamiento.
- 4. Consumo eficiente del agua:** Las prácticas propuestas para los productores consisten en la revisión de los criterios del Programa de Ordenamiento Regional, uso de sistemas de riego

eficientes, medición del volumen de agua usada, obtención de concesiones para el aprovechamiento de agua subterránea, análisis de suelo y agua para planear el riego, obras para infiltración de agua de lluvia, y monitoreo de los pozos de extracción de agua.

- 5. Protección de zonas forestales y cuidado del paisaje:** Las prácticas propuestas están pensadas para implementarse a nivel de parcela, y tienen como objetivo conservar y restaurar servicios culturales, como el valor estético del paisaje, siguiendo los criterios propuestos por el Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Tapalpa.
- 6. Conservación y aumento de la población de polinizadores:** Establecer acciones encaminadas a preservar e incrementar la presencia de polinizadores en el cultivo de aguacate. Se describen, a grandes rasgos, las acciones que debe contemplar un plan de conservación de polinizadores.
- 7. Plan de manejo del fuego:** El objetivo de esta práctica es prevenir incendios forestales, ocasionados por las labores agrícolas que usan el fuego.



Manejo ecológico del suelo

Objetivo

Prevenir la degradación de las parcelas dedicadas al cultivo de aguacate, aumentar la biodiversidad microbiológica y mejorar la producción, sin comprometer la calidad del suelo.

¿A quién va dirigida esta buena práctica?

- Productores de aguacate
- Técnicos de campo

Para más información

- Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos.
- Guía J Fertilidad y Conservación del Suelo (Rainforest Alliance, 2021)
- Manual conservación de suelos
- Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Aguacate (Ureña-Zumbado, 2009)
- Manual de aguacate: Buenas prácticas de cultivo, variedades Hass (Garbanzo-Solis, 2011)
- Obras de conservación de agua y suelo en laderas
- Protección restauración y conservación de suelos forestales (CONAFOR, 2018)
- Taller de elaboración de lombricomposta-IBERO

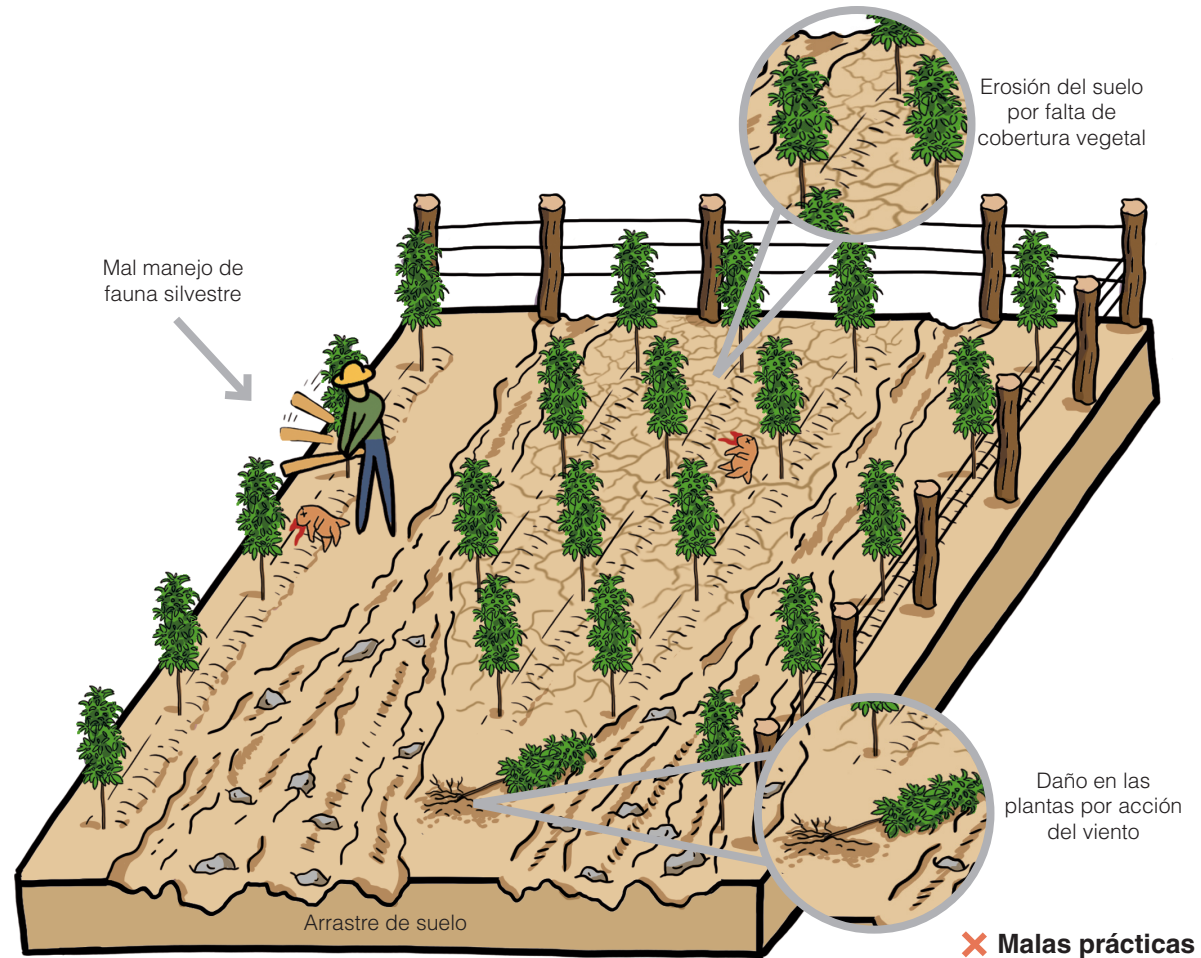


Equipo de aplicación de fertilizantes

Problemática

La degradación del suelo en terrenos agrícolas se debe a malas prácticas como cultivos en pendiente, exceso de laboreo, escasa fertilización, uso de fertilizantes acidificantes, exceso de plaguicidas, desprotección del suelo, entre otras; que reducen su capacidad actual y cambian la calidad del suelo, resultando en problemas como erosión, déficit de nutrientes, acidez, salinidad y deficiencia de materia orgánica (FAO, 2022).

- A. En el caso del cultivo de aguacate, hay un problema de degradación y desertificación potencial, por la expansión de los cultivos, que absorben bosques y demandan gran cantidad de agua.
- B. Una aplicación excesiva de fertilizantes sintéticos está relacionada con problemas de contaminación de agua, principalmente por lixiviación, en cuerpos de agua subterránea y superficial (Cartes Sánchez, 2013), además de problemas de suelo, como variaciones del pH y deterioro de la estructura y microfauna (Gonzalez, 2019).
- C. El exceso de nutrientes, que se queda en la parte baja del árbol, puede ser arrastrado en temporal de lluvias, llegando a cuerpos de agua y causando procesos de eutrofización.
- D. Este cultivo contribuye a la disminución de la superficie de bosques, produciendo desequilibrios biológicos y una



reducción de la biodiversidad; ejerciendo, a la vez, una presión mayor sobre el bosque, por la demanda creciente de grandes volúmenes de madera para el empaque y transporte del fruto.

- E. Cuando se establecen los huertos de aguacate en las áreas forestales, se deforestan estas áreas para hacer el cambio al uso agrícola, produciendo un impacto y cambio drástico sobre su biodiversidad.

- F. Influye en el desplazamiento de especies, en busca de refugio y alimento.

Grado de afectación a flora y fauna



Mamíferos



Reptiles



Anfibios



Aves



Insectos



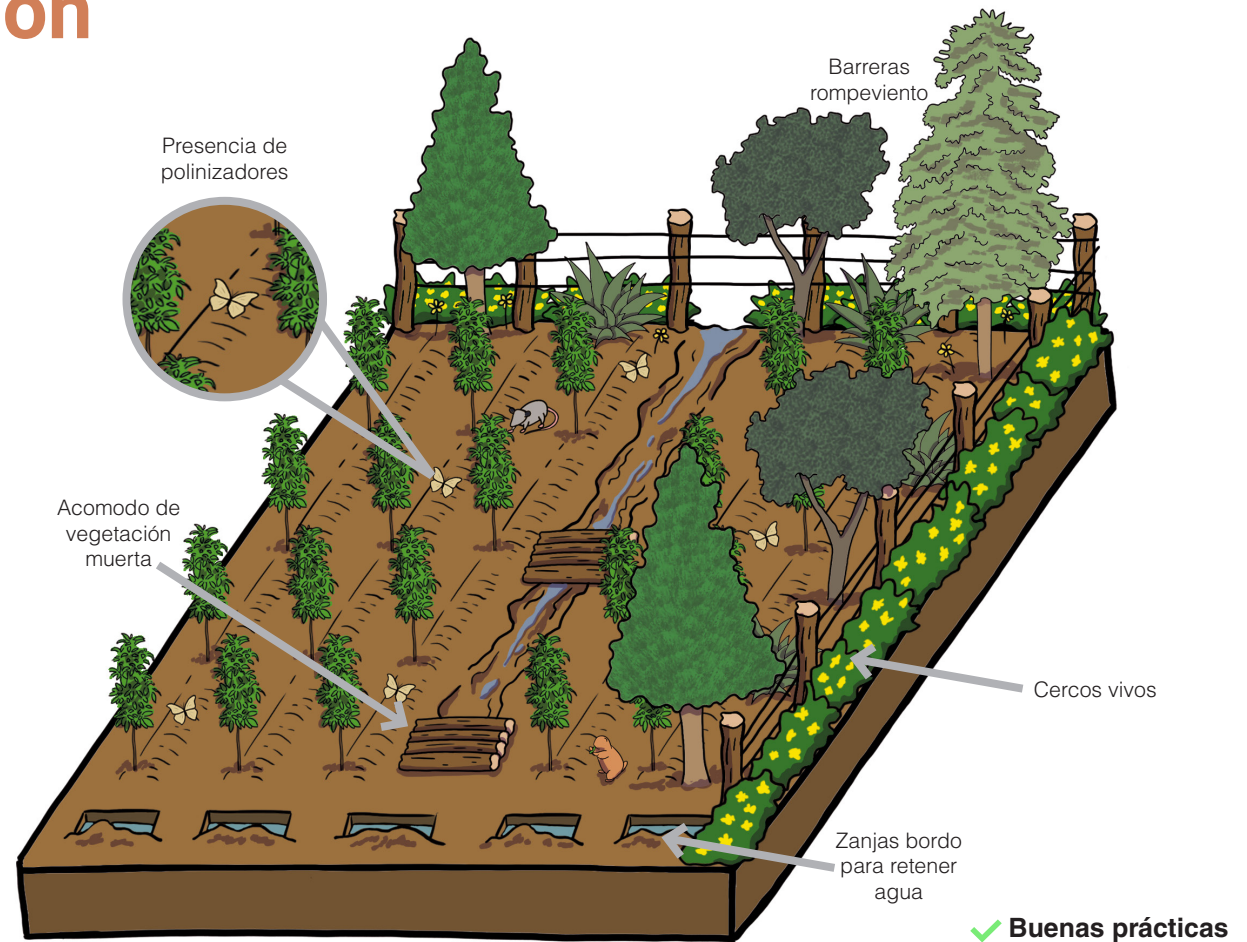
Flora

Método de aplicación

Diagnóstico

- 1. Análisis de suelo:** Los puntos esenciales que debe contener este análisis son (Garbanzo-Solis, 2011): textura (debe ser franca), profundidad (mayor a 1.5 metros en suelos planos, y 1.0 metro en pendientes mayores a 25%), nivel freático (el agua subterránea debe estar a más de 2.0 metros de profundidad), drenaje excesivo o excelente, pH (debe estar entre 5.5 y 6.5), alto contenido de materia orgánica (entre 2.5% y 5.0%) (SADER, 2014), y que se tenga máximo de 30% de arcilla.

También pueden obtenerse resultados importantes para elaborar un plan de abonado de la parcela. Los datos necesarios para este plan son: conductividad, materia orgánica, nitrógeno total, relación C/N, carbonatos totales, caliza activa, fósforo asimilable, cationes asimilables (p. ej., Ca, Mg, Na, K), hongos, bacterias, hierro extraíble, IPC, CIC, etc. Estos resultados ayudan a prevenir problemas nutricionales e identificar la presencia de hongos o bacterias, así como determinar si se requieren medidas de remediación o mitigación. Para este estudio tomar en cuenta lo siguiente:



- a. El estudio debe ser solicitado a un laboratorio acreditado.
- b. Debe realizarse antes de la plantación, para determinar si el suelo, de acuerdo sus características, es apto para el cultivo.
- c. No realizar la plantación si el suelo no cuenta con las características adecuadas. Esto evita el uso excesivo de abonos y fertilizantes, que puedan llegar a usarse para compensar un suelo no apto para el aguacate.

- d. Estos análisis deberán realizarse una vez al año.
- 2. Conocer las plagas y enfermedades del cultivo:** Investigar los tipos de plagas, enfermedades y periodos de emergencia de plantas no deseadas en el área de cultivo, permite identificar plantas hospederas, fuentes de contaminación o factores que se deban considerar para detectarse oportunamente, tomar acciones para prevenir su aparición y evitar problemas en el cultivo. Es recomendable revisar los predios cercanos, para detectar posibles fuentes de plagas y enfermedades. Esto permite planear con anticipación las acciones necesarias para prevenir que se esparzan hacia la parcela.

Preparación del terreno

- 1. Limpieza del predio:** Antes de establecer el cultivo, se recomienda retirar plantas no deseadas y restos de la cosecha anterior (p. ej., frutos, hojas, ramas), para evitar cualquier riesgo de infección por plagas o enfermedades.
- 2. Diseño del plan de nutrición de la planta:** A partir del análisis de suelo, elaborar un plan de abonado y fertilización, de acuerdo con la fertilidad del suelo y las necesidades nutricionales

de la planta, en cada etapa de desarrollo y a lo largo del ciclo de producción. La cantidad de abonos y fertilizantes se mide en función de la riqueza del suelo y el agua de riego. Este cultivo demanda un porcentaje de materia orgánica, que varía de 2% a 5%, para una buena estructura que permita la porosidad y, consecuentemente, las proporciones adecuadas de aire y agua en el perfil, además de un buen drenaje (SADER, 2014). El objetivo principal es evitar el exceso de nutrientes, lo cual se realiza en dos etapas:

- a. **Etapa 1:** Desarrollo y crecimiento de la planta (p. ej., raíz, ramas, tamaño). Durante el proceso de plantación, se deberá colocar abono orgánico que suplemente al fertilizante químico. Recordar usar las cantidades mínimas necesarias, de acuerdo a los resultados del análisis de suelo.
- b. **Etapa 2:** Desarrollo del fruto. Atender las recomendaciones de un técnico especializado en el cultivo, sobre la poda de los árboles. No podar o realizar una mala poda de los árboles, obliga a utilizar más cantidad



Sistema de fertirrigación

de fertilizantes y abonos orgánicos. Para esta etapa, debe preferirse el uso de abonos orgánicos sobre fertilizantes químicos, recordando una vez más, no exceder las cantidades necesarias para nutrir la planta. Además, se deberán considerar los restos de las podas como acolchado de los surcos de la parcela.

3. Obras de conservación de suelos:

Consiste en tratamientos mecánicos o manuales, en terrenos con laderas, que se realizan con materiales vegetales o piedras. Dado que la mejor época para hacer la plantación es la temporada de lluvias (entre mayo y junio), se deberán realizar obras para evitar la erosión del suelo de la parcela. Algunos ejemplos de esto son:

a. Barreras de piedra: Esta práctica consiste en el acomodo de piedras en curvas de nivel, formando una barrera o pequeño muro, con el objeto de retener suelo y disminuir la velocidad de escurrimientos en suelos erosionados. Para la construcción, se deben considerar los siguientes pasos:

i. Identificar el área de mayor inclinación, para realizar el trazo de las curvas de nivel a una distancia de 20 metros; para el marcado, se pueden utilizar banderas, cal o estacas.

ii. Una vez trazada la línea, con ayuda de un pico o una pala, realizar una zanja de entre 8 y 10 centímetros de profundidad, y 30 de centímetros de ancho, la cual servirá como guía para acomodar las piedras.

iii. Posteriormente, acarrear o acercar las piedras a la zanja donde se construirá la barrera.

iv. Acomodar las piedras, de modo que se forme una barrera cuadrangular de 30 centímetros de alto por 30 cm de ancho. Las piedras más grandes deben quedar al frente, y las más pequeñas ser utilizadas para rellenar los huecos. De ser necesario, romper las rocas para lograr que las caras sean planas.

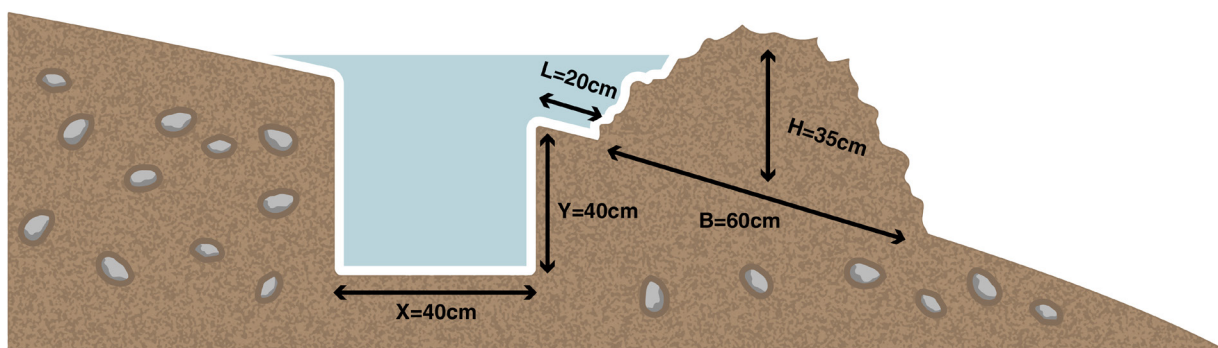
v. Si durante la construcción de la barrera se encuentra algún tipo de vegetación, no eliminarla y rodearla de tal forma que se conserve en su lugar.

b. Zanja bordo: Son un conjunto de zanjas y bordos continuos, construidos en curvas de nivel; colocando el producto de la excavación aguas abajo de la zanja, para formar el bordo. Las zanjas se construyen con diques divisores, para seccionar el almacenamiento de agua en terrenos con pendientes menores al 25%, y profundidades ma-

yores a los 40 centímetros. Al combinar esta práctica con la instalación de cercos vivos, las plantas del cerco pueden beneficiarse de la humedad y suelo retenidos.



Sistema de Zanja a bordo. Fuente: Tomado de CONAFOR, 2004. Disponible en: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CG008969.pdf>



Dimensiones recomendadas para la zanja y el borde. Fuente: Tomado de CONAFOR, 2018. p. 107

- i. Trazar las curvas de nivel, con base en la cantidad de escurrimientos que se quiere captar.
- ii. Una vez trazadas las curvas, se realiza la excavación de zanjas continuas, de 40 centímetros de ancho por 40 centímetros de profundidad (la profundidad debe medirse en la zona más baja de la zanja). Para la excavación, se puede utilizar maquinaria, hacer de forma manual con pico y pala, o de forma combinada; dependiendo de las condiciones del terreno.
- iii. Posterior a la excavación de las zanjas, construir un dique divisor de 50 centímetros, aproximadamente, cada cuatro o cinco metros.

Siembra

1. **Siembra correcta:** Algunos problemas en el desarrollo de la planta pueden

derivarse de una mala siembra. Antes de aplicar más fertilizantes y abonos, se deberá cerciorar que la planta haya sido colocada a la profundidad correcta (entre 30 y 40 centímetros), permitiendo que la raíz se desarrolle adecuadamente.

2. **Surcado del predio:** El surcado con curvas de nivel retiene la humedad en las épocas más secas y evita la erosión del suelo en el temporal de lluvias, permitiendo, a la vez, el escurrimiento del exceso de agua, principalmente cuando la siembra se realiza en laderas. En terrenos con inclinaciones mayores al 20%, se debe hacer un análisis de pendientes para elaborar los surcos de manera adecuada. Algunos ejemplos de surcado son:

a. **Surcado al contorno o en curvas de nivel:** Consiste en surcos perpen-

diculares al sentido de la pendiente del terreno. Se debe establecer una línea madre en el punto más alto del terreno, trazada de acuerdo a la curva de nivel. A partir de esa línea se trazan los surcos, de forma paralela. Esta práctica se recomienda en terrenos agrícolas con pendiente de hasta el 5% y, en caso de terrenos arenosos, se deberán construir con un poco de desnivel, para permitir que el agua recorra el surco antes de infiltrarse.

b. **Terrazas:** Son terraplenes horizontales, construidos a lo largo de la pendiente de un terreno con inclinación entre 5% y 20%. Su objetivo es controlar la erosión y favorecer la infiltración del agua, acondicionando el suelo para labores agrícolas. Se puede combinar con las técnicas de surcado al contorno y rotación de cultivos (Vivas, Castro y Rivera del Río, 2019).

- i. Calcular el espaciamiento entre curvas a nivel
- ii. Trazar la línea madre y marcar las curvas a nivel.
- iii. Excavar la zanja, se recomienda que las dimensiones sean de 50 centímetros de ancho y 40 centímetros de profundidad.



Incorporación de hojarasca como cobertura vegetal en huertas de aguacate para mejorar la fertilidad del suelo y mejorar la humedad.

3. Sustituir el uso de fertilizantes por abonos orgánicos: Considerando la Etapa 1 del plan de abonado, durante la plantación se deberán usar abonos orgánicos, preferentemente. En caso de requerir fertilizantes químicos, sólo se agregarán en la cantidad mínima necesaria.

Para la fertilización periódica, que se realiza cada año y medio aproximadamente, deberá sustituirse la mayor cantidad de fertilizantes químicos por abonos orgánicos y enmiendas a base de calcio, magnesio y azufre, considerando los resultados del análisis de suelo.

Una vez al año se deberá incorporar, antes de la temporada de lluvias, material orgánico (p. ej., gallinaza, estiércol y composta), que sirva de abono, como parte del plan de fertilización al suelo (SEMADET, 2021). Es indispensable dar prioridad al uso de abonos orgánicos antes que al de los fertilizantes sintéticos o, en su defecto, combinar ambas opciones.

4. Abonos orgánicos recomendados: Con apoyo de un técnico y de los resultados del análisis del suelo, determinar el tipo y la cantidad de abono que se necesita incorporar al suelo. Analizar si en el predio se puede apli-

car abono de origen animal o vegetal. Una mala planeación en la cantidad de abonos o fertilizantes, puede ocasionar un exceso de nutrientes y derivar en un desbalance químico y microbiológico del suelo. A continuación, se presentan algunas alternativas al uso de fertilizantes sintéticos:

- a. **Lombricomposta:** Consiste en el uso de lombrices para convertir materia orgánica en un material similar a la tierra, alto en nutrientes y utilizado comúnmente como mejorador de suelos o sustituto de fertilizantes (Ruiz, 2011). Esta técnica es de bajo costo y el proceso de elaboración es limpio. Para la elaboración, se utiliza lombriz de humus roja californiana (*Eisenia foetida*). Esta se cría en camas o lechos de 1 metro de ancho por 20 metros de largo, y 0.40 a 0.60 metros de alto; que pueden construirse de diversos materiales (p. ej., madera rústica, bloque, etc.). Si se quiere saber más sobre esta buena práctica, se recomienda consultar el documento “Taller de elaboración de lombricomposta”, que se encuentra en la sección “Para saber más”.
- b. **Biofertilizante:** Son fertilizantes orgánicos compuestos por microorganismos, principalmente hongos y

bacterias que, al aplicarlos, aumentan la cantidad de nutrientes para la planta y mejoran la calidad del suelo. Estos se pueden hacer, o se pueden adquirir en tiendas especializadas. Algunos ejemplos son:

- i. **Lixiviados de fermentación:** Se obtienen después de los procesos de fermentación de algunos abonos orgánicos, como composta y humus de lombriz.
- ii. **Micorriza:** Es un sistema natural de fertilización, que surge de la asociación simbiótica de hongos y las raíces de las plantas vasculares. Su uso mejora la absorción de agua y nutrientes de la raíz.
- iii. **Trichoderma:** El hongo *Trichoderma* abunda en los suelos y es muy beneficioso, versátil y polifacético. Se utiliza en aplicaciones foliares (nutrición a través de las hojas); tratamiento de semillas y suelo, para el control de diversas enfermedades producidas por hongos; fabricación de enzimas; y como fungicida. Se encuentra de manera natural en un número importante de suelos agrícolas. Es muy común su uso como fungicida por su inocuidad ante el ambiente, debido a que su efecto sobre los humanos, la vida silvestre, los polinizadores y muchos otros

insectos es beneficioso, mínimo o casi nulo. Actúa como un habitante natural del suelo, al colonizar las raíces de las plantas, atacar, parásitar y/o alimentarse de otros hongos, a la vez que mejora el crecimiento de las raíces de las plantas (Procuraduría Federal del Consumidor, 2021).

- c. **Gallinaza y estiércol:** Esta técnica consiste en el uso de heces de aves o vacas como fertilizante orgánico, debido a su alto contenido de nitrógeno y materia orgánica. Si la siembra se realiza cuando el clima es templado, la incorporación de estiércol se debe realizar con 3-4 meses de anticipación. Sin embargo, si la siembra se realiza cuando la temperatura asciende, no debe incorporarse estiércol por la posible pudrición de los tubérculos. Particularmente, si se emplean heces de aves de corral, deben ser empleadas con precaución por su riqueza en nitrógeno, fósforo y potasio; ya que existe el riesgo de realizar una fertilización excesiva (Infoagro, 2017).
- d. **Composta:** Es un abono natural que se forma a partir de la degradación microbiana de materiales, acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición (SA-

GARPA,2013). Consta de dos partes: material rico en nitrógeno (p. ej., restos de fruta, verdura, cáscara de huevo, etc.), y material que aporte carbono (p. ej., residuos de la cosecha o podas, hojas secas, aserrín, entre otros). Esta mezcla se realiza a las proporciones necesarias para no causar malos olores o atraer vectores (p. ej., moscas, ratas, ratones, cucarachas), y se cubre con tierra. Debe ser regada y revuelta para mantener la humedad y controlar la temperatura. Si se detectan malos olores en la composta, es un indicador de que hay un exceso de materia rica en nitrógeno. Para neutralizar el olor, revolver la compostera y aplicar cal o ceniza. Para más detalles, consultar el documento “Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos”, que se presenta en la sección “Para más información” de este manual.

- e. **Fertilizantes sintéticos:** También conocidos como fertilizantes inorgánicos. Son nutrientes elaborados por el hombre, a través de compuestos de origen mineral o sintético, como urea, ácido fosfórico, nitrato de potasio, entre muchos otros. En caso de uso:
 - i. Las recomendaciones del tipo de fertilizante a utilizar deben ser emitidas por un técnico especializado.

- ii. Deben llegar directamente a la parcela y ser aplicados al cultivo, inmediatamente.
- iii. Seguir en todo momento las indicaciones de dosis y frecuencia de aplicación.
- iv. Las bombas o mochilas, utilizadas para para la aplicación de fertilizantes, deben estar en buenas condiciones y se deben llevar registros de mantenimiento y calibración.

5. Monitoreo: Llevar un registro de las actividades realizadas en el predio antes, durante y posterior a la siembra. La bitácora de campo es una herramienta de monitoreo, en la cual el productor registra información sobre las actividades realizadas dentro del predio. Se debe registrar, por lo menos, la siguiente información: fecha en la que se realizó el análisis de suelo, puntos de muestreo, fechas de aplicación de abonos o fertilizantes, cantidad y frecuencia, equipos utilizados para la aplicación y costos. Llevar un registro permite detectar, de forma oportuna, las necesidades del cultivo, indicios de enfermedades, plagas y requerimientos de agua.



Delimitación de área de almacén de fertilizantes

Beneficios para la biodiversidad

- El principal beneficio de la conservación de suelos es la promoción de su fertilidad y, consecuentemente, el aumento en su capacidad de sostener una agricultura productiva. Esto hace más resiliente al suelo, permitiéndole recuperar rápidamente los niveles de producción, después de un período adverso a causa de sequías, inundaciones, abandono y mal manejo humano, entre otros factores.
- La conservación de suelos puede representar un beneficio económico, considerando que, a la larga, se espera disminuir al mínimo el consumo de fertilizantes, para compensar un deterioro de las características del suelo y, por lo tanto, mantener un cultivo de aguacate de buena calidad.



Manejo integral de plagas

Objetivo

Diseñar un plan de manejo integral de plagas, para prevenir la aparición de animales, plantas y enfermedades, que ataquen al cultivo de aguacate; el cual priorice el monitoreo y el uso de controles culturales y biológicos, antes del uso de plaguicidas.

¿A quién va dirigida esta buena práctica?

- Productores de aguacate
- Técnicos de campo

Para más información

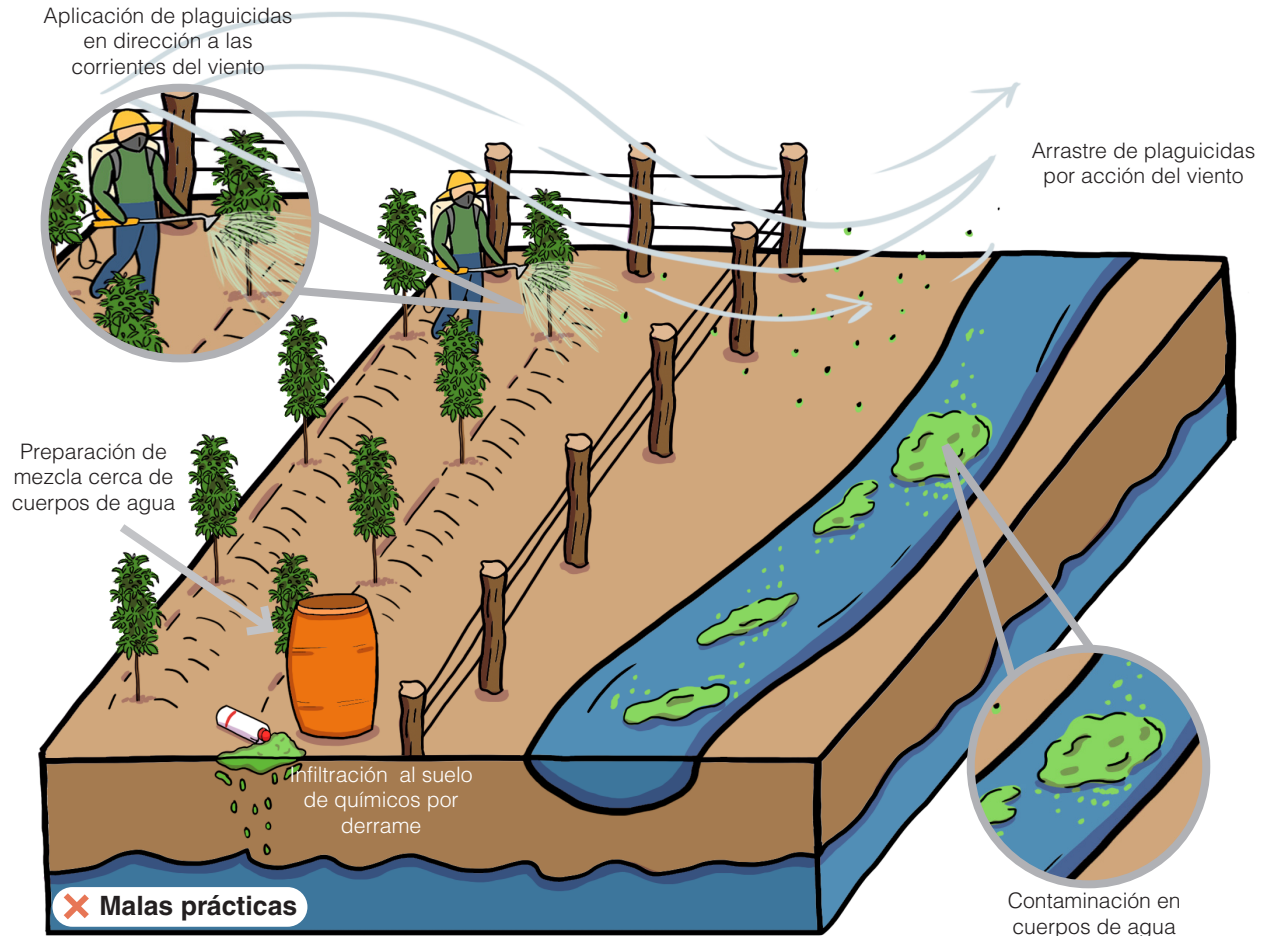
- ¿Cómo funcionan las camas biológicas? (video)
- Evaluación del impacto ecológico del cultivo de aguacate a nivel regional y de parcela en el Estado de Michoacán: validación de indicadores ambientales en los principales tipos de producción
- Guía para realizar una mezcla de plaguicidas correctamente (CropLife Latin America, 2020)
- Guía H Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Rainforest Alliance, 2021)
- Guía I Poda (Rainforest Alliance, 2021)
- Lista de Plaguicidas Prohibidos y de Uso con Mitigación de Riesgo (Rainforest Alliance, 2017)
- Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México
- Manual de aguacate: Buenas prácticas de cultivo, variedades Hass (Garbanzo-Solis, 2011)
- Manejo integrado de plagas: una solución a la contaminación ambiental
- Manual para el buen uso y manejo de plaguicidas en campo (SENASICA, 2019)
- Manejo Integrado de Plagas (MIP)
- Manual de Identificación de las Principales Plagas del Aguacate en México (SENASICA, 2018)

Problemática

Los problemas ambientales que resultan de los sistemas agrícolas intensivos, como la producción de aguacate, están relacionados con la degradación de suelos, el uso ineficiente de agua y energía, y la contaminación de suelo y agua. Una de las principales prácticas que contribuyen a la generación de estos problemas es el uso de plaguicidas.

Sin duda, el uso de estos productos ha permitido resolver problemas en la producción de alimentos, dentro de una sociedad donde la explosión demográfica es cada día mayor; pero, al mismo tiempo, causa efectos adversos en los seres humanos, animales y ambiente. Por lo anterior, el impacto de la producción de aguacate sobre la biodiversidad depende del uso de controles químicos, por la incidencia de plagas y enfermedades. Sin embargo, el uso constante y permanente de estos productos puede provocar erosión, exceso de fertilización y mal manejo de la cobertura del suelo, lo cual, a su vez, genera una reacción en cadena:

- A. La degradación de suelo surge gracias a que los productores eliminan plantas y arbustos, dejándolo sin cobertura vegetal y, consecuentemente, haciendo que el suelo se erosione.
- B. Reduce la materia orgánica del suelo y su capacidad para actuar como filtro de agua.



- C. Contamina el agua almacenada en el suelo y en los acuíferos.
- D. Facilita la transferencia de contaminantes a la cadena alimentaria. Por ejemplo, el suelo contaminado puede liberar contaminantes en las aguas subterráneas, mismos que luego se acumulan en los tejidos de las plantas, pasan a

los animales que pastan o a las aves y, finalmente, a los humanos que se alimentan de estas plantas y animales.

- E. Los contaminantes en el suelo, aguas subterráneas y cadena trófica, pueden causar diversas enfermedades y una excesiva mortalidad en la población, que van desde efectos agudos a corto

plazo (p. ej., intoxicaciones o diarrea), hasta otros crónicos a largo plazo, como el cáncer.

- F.** El uso excesivo de fertilizantes, tanto químicos como orgánicos, por parte de los productores, se concentra debajo de los árboles de aguacate, con riesgo potencial a infiltrarse (Pérez, 2019).
- G.** Para el cultivo de aguacate se manejan, en la región, bastantes agroquímicos, generando también un problema de pérdida de fertilidad en el suelo, por mantenerlo sin cobertura y no aportar materia orgánica al mismo. Además, en algunas áreas del territorio, lo han cultivado en pendientes mayores al 60%, incrementando el riesgo de erosión del suelo y los costos de producción (LandScape, 2022).

Grado de afectación a flora y fauna



Mamíferos



Reptiles



Anfibios



Aves



Insectos



Flora



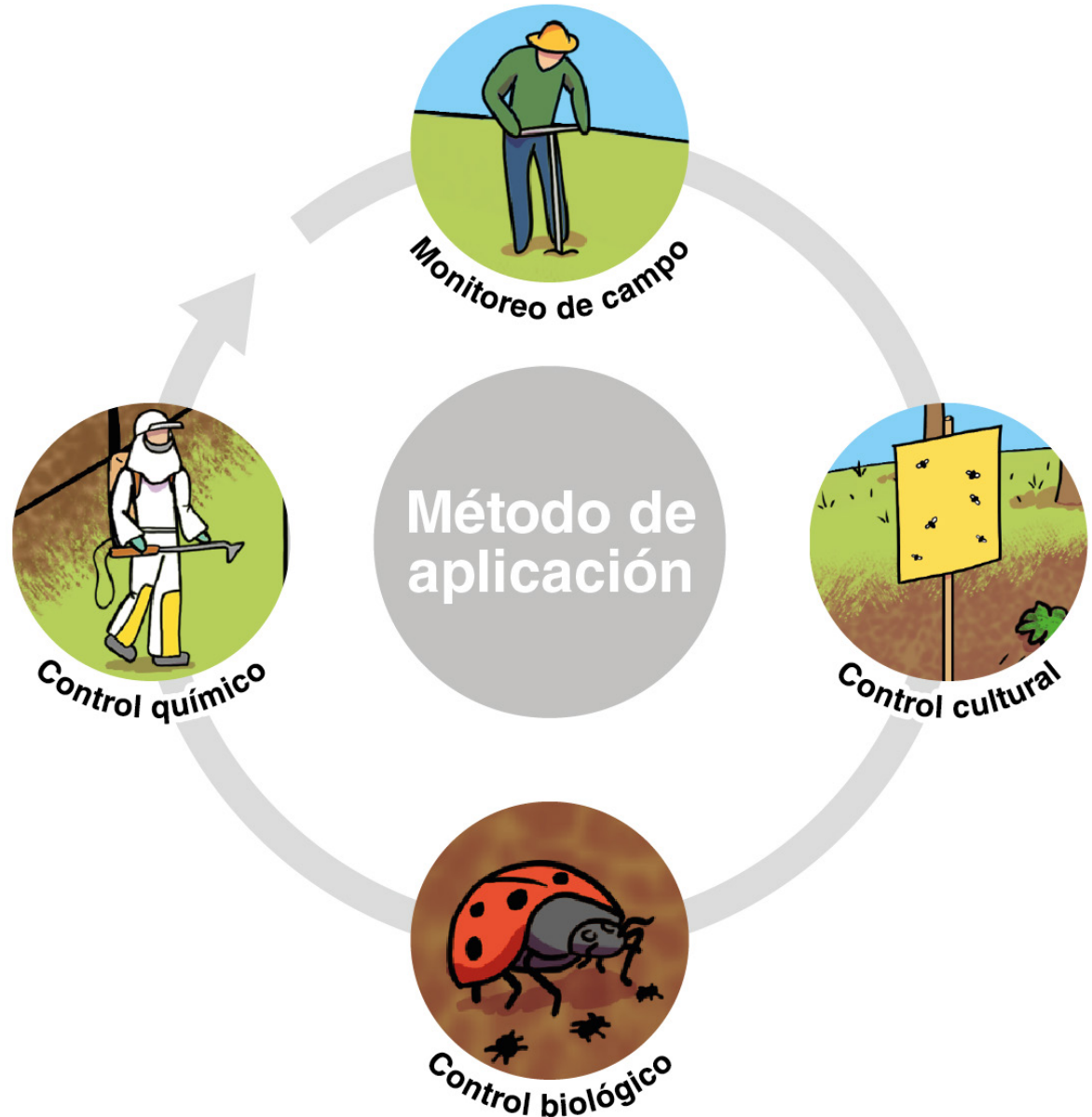
Las problemáticas relacionadas al cultivo de aguacate pueden prevenirse o minimizarse mediante la aplicación de buenas prácticas

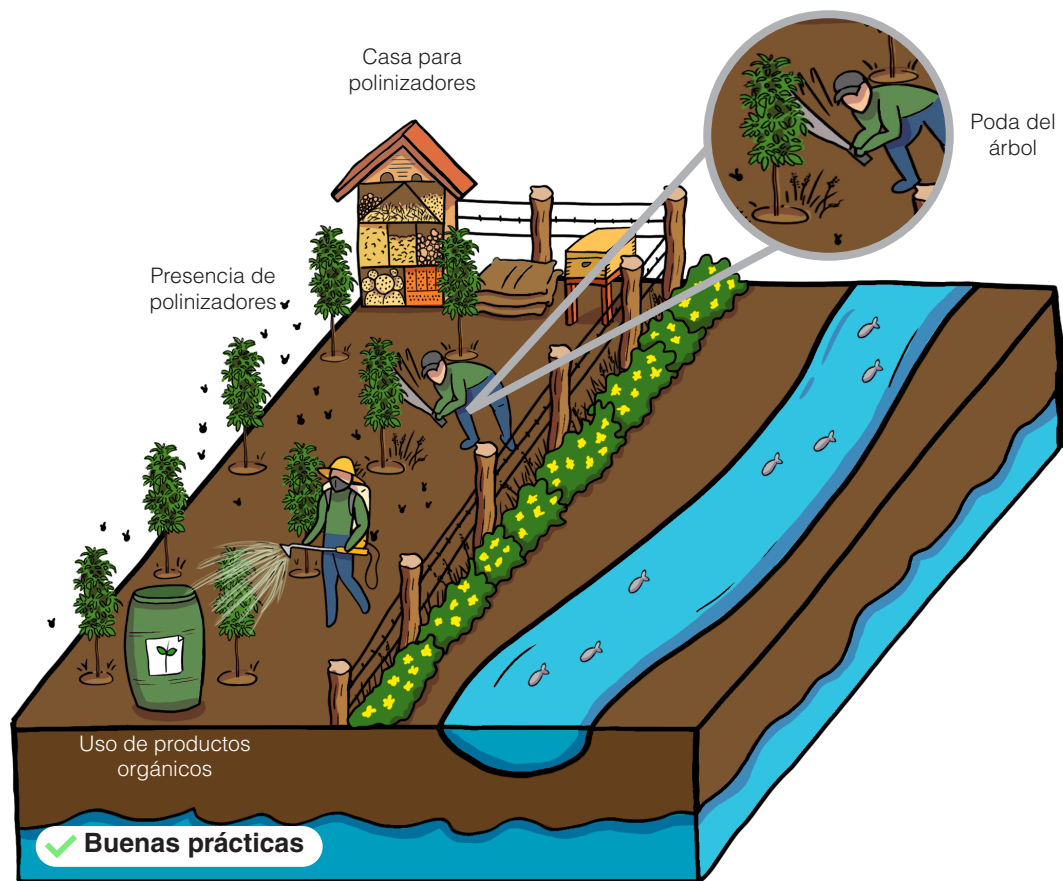
Método de aplicación

- 1. Diseño de un plan de manejo integrado de plagas:** Elaborar y diseñar un plan de manejo integral de plagas, con ayuda de un especialista en el cuidado del cultivo, que tenga como objetivo principal prevenir la aparición de plagas y enfermedades, que puedan dañar al cultivo y, en caso de no ser posible, optar por el control biológico y cultural antes que el químico. En este plan se deben considerar, al menos, los siguientes aspectos:

Medidas de prevención

- 1. Monitoreo:** Antes de tomar decisiones inmediatas para el control de insectos o enfermedades, llevar a cabo un monitoreo para detectar cualquier inicio de ataque de enfermedades o aparición de plagas, y así, determinar el método más efectivo. Las plagas reglamentadas que deben ser monitoreadas son: el barrenador de ramas del aguacatero (*Copturus aguacatae*), barrenador pequeño del hueso del aguacate (*Conotrachelus perseae* y *C. aguacatae*), barrenador grande del hueso del aguacate (*Heilipus lauri*) y palomilla barrenadora del hueso (*Stenomoma catenifer*). Otras plagas o enfermedades que también se presentan





son: trips (*Frankliniella* y *Scirtothrips*), araña roja y *Antracnosis*. Para controlar todas estas especies es necesario:

- a. **Contar con un técnico en plagas:** Asignar a una persona, encargada de realizar o acompañar a los recorridos de campo. Esta deberá tener los conocimientos básicos y experiencia en identificación de plagas y enfermedades.

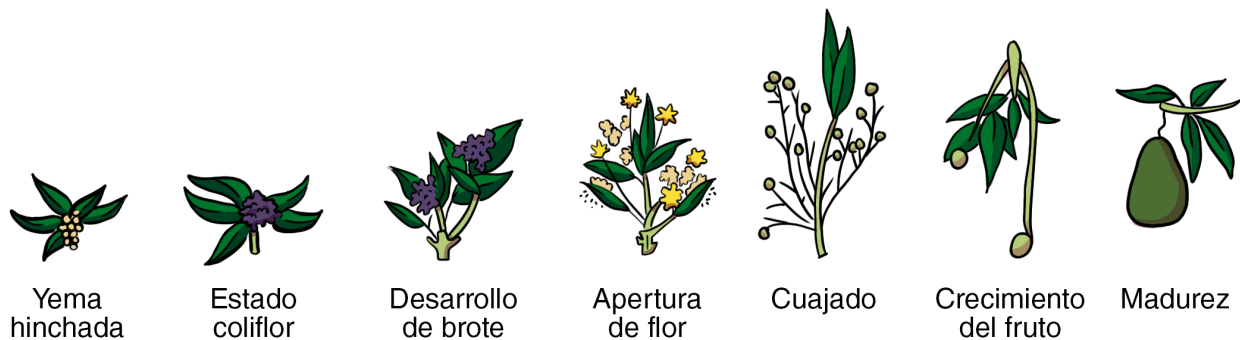
- b. **Conocer las plagas del cultivo:** Investigar el ciclo biológico y hábitos de cada plaga, así como identificar posibles plantas hospederas, enemigos naturales y opciones para su control. Es importante determinar:

- i. Los umbrales de las plagas más importantes en la finca.
- ii. Definir el nivel de umbral, en los cuales el cultivo ya no puede tole-

rar la presencia de plagas, y la pérdida causará un daño económico mayor al costo de la intervención elegida (Rainforest Alliance, 2021).

- c. **Inspecciones de campo:** Realizar inspecciones de campo antes de la plantación y durante la fase de crecimiento y desarrollo de la planta. La revisión periódica del cultivo permite identificar, oportunamente, la presencia de plagas y enfermedades que puedan aparecer, y así, hacer uso de métodos alternativos al de químicos (p. ej., control manual y recolección manual de larvas, huevos o plantas enfermas). En esta inspección se deberá:

- i. **Cronograma de monitoreo:** Establecer procedimientos y cronogramas de monitoreo y exploración, para las principales plagas (Rainforest Alliance, 2021). Se recomienda realizar una calendarización para reconocer el estado más susceptible de las plantas y plagas, permitiendo que se efectúen acciones de control, de manera eficiente y con menor impacto ambiental y económico.



Fenología del aguacate

- ii. **Frecuencia del monitoreo:** El monitoreo debe ser frecuente (mínimo cada dos semanas) y estar relacionado al estado fenológico de la planta y ciclo de aparición de plagas y enfermedades.
 - iii. **Bitácora de monitoreo:** Mantener registros de los resultados del monitoreo, en el contexto de las condiciones subyacentes (etapa del cultivo, estado del cultivo, ubicación, condiciones climáticas predominantes, temperatura y sus fluctuaciones entre día/ noche, etc.), número y niveles de infestación, así como la fecha y ubicación del muestreo.
2. **Elección de la planta:** Adquirir las plantas de aguacate en viveros certificados, ya que esto garantiza que las plantas estén sanas y libres de plagas y enfermedades; o que la semilla injertada no provenga de predios que presentaron problemas fitosanitarios. La variedad a plantar debe ser elegida,

de acuerdo a las condiciones del clima, suelo y altitud, por ejemplo:

- a. **HASS:** Para climas fríos y altitudes entre 1,800 y 2,400 metros, sobre el nivel del mar.
 - b. **Mendez:** Recomendado para clima cálido con altitud de 1,200 a 1,800 metros, sobre el nivel del mar.
3. **Tratamiento de heridas:** Cubrir las heridas o cortes de los árboles, con pasta cicatrizante o pintura tratada con fungicida, a base de cobre.

Medidas de control

1. Control biológico de plagas y enfermedades no reglamentadas:

- a. **Trips:** Emplear parasitoides de huevos *Megaphragma mymaripenne* y *Thripobius semiluteus*, o depredadores como *Aeolothrips mexicanus*,

F. vespiformis, *Leptothrips mcconelli*, *Chrysoperla sp.* y *Orius sp.*

- b. **Araña roja:** Tiene varios enemigos naturales como los depredadores *Phytoseiulus sp.*, *Euseius tularensis*, *Stethorus sp.* y la catarina *Delphastus pusillus*. El hongo *Hirsutella thompsonii* es un patógeno que se ha encontrado atacando al arador y a otros ácaros, en cítricos.
 - c. **Antracnosis:** Para evitar que se propague, se debe procurar una buena nutrición. Los excesos de nitrógeno, en la fertilización, son causa de incidencia de ésta y otras enfermedades, por lo que se debe balancear bien la nutrición. Si se presentan síntomas de esta enfermedad, se debe utilizar un fungicida específico para el control.
2. **Control de plantas no deseadas:**
- a. **Mantener la cobertura natural del suelo:** Durante los primeros 3 años de la plantación, no eliminar plantas ni aplicar herbicidas; ya que se puede afectar el desarrollo de las plantas. Las hierbas que hay en las plantaciones de aguacate, ayudan a evitar que el suelo se erosione; y dan un buen aporte de materia orgánica.
 - b. **Cercos vivos:** Implementar cercos vivos, con especies endémicas arbóreas, en los linderos de las parcelas

para reducir la presencia de malezas. Algunas de las especies recomendadas, para parcelas en climas cálidos, son: cacahuanance (*Gliricidia sepium*), guamúchil (*Phitecellobium dulce*) y mezquite (*Prosopis laevigata*). Para climas más templados se recomiendan: fresno (*Fraxinus uhdei*), cedro blanco (*Cupresus lusitanica*) y pino (*Pinus douglasiana*).

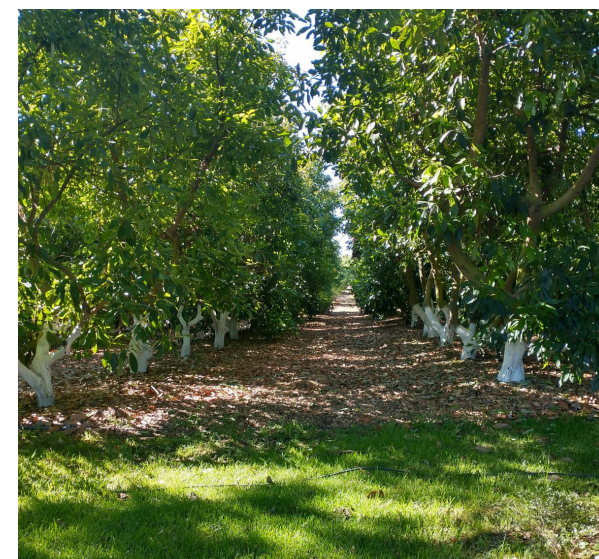
- c. **Control manual de malezas:** En caso eliminar plantas, hacerlo mediante el uso de desbrozadora y/o machetes.
- d. **Uso de agroquímicos:** En caso de utilizar herbicidas, deberán ser de tipo biodegradables (SEMADET, 2021).
- 3. **Medidas de control cultural:** Culturalmente, para el manejo del barrenador de ramas (*Copturus aguacatae*), se destruyen y queman las ramas y frutos, para romper el ciclo biológico.
- 4. **Podas:** Realizar la poda del árbol a partir del primer año de establecida la plantación, y debe realizarse durante un periodo en el que el árbol esté inactivo (final de la estación seca o el invierno), sin reducir o retrasar el desarrollo de flores y frutas. Esta práctica permite obtener mejores rendimientos, y mantener una plantación saludable y

productiva, durante generaciones (Rainforest Alliance, 2021). La poda tiene diferentes propósitos:

- a. **Poda de formación:** Se realiza en los primeros tres años del árbol, para lograr una adecuada copa, dando una mejor distribución de ramas y favoreciendo labores de manejo. Esta práctica estimula el nuevo crecimiento de partes productivas o ramas deseadas, así como elimina ramas no deseadas.
- b. **Poda de saneamiento:** Consiste en eliminar las ramas muy bajas y secas, ubicadas en la parte interna del árbol; las cuales pueden ser hospederas de hongos, que afecten a la planta. También, tienen como objetivo el manejo del microclima (p. ej., luz solar, aire, etc.), con el fin de controlar plagas y enfermedades, o incluso, servir a propósitos sanitarios, mediante la eliminación de partes vegetales muertas o enfermas.
- c. **Poda de renovación de tejido productivo:** Esta se realiza en plantaciones mayores a 12 o 15 años, que muestren agotamiento del área foliar, sean muy altos o difíciles de manejar, tengan áreas con distancias muy reducidas, entre otros. Para saber más de esta y otras técnicas de poda, se recomienda consultar el documento

“Guía I Poda,” que se encuentra en la sección “Para más información”

- 5. **Tratamiento de heridas:** Cubrir las heridas o cortes de los árboles, con pasta cicatrizante o pintura tratada con fungicida, a base de cobre.
- 6. **Colocar cobertura vegetal:** Esta puede ser de rastrojo, vástago, hojarasca y otros materiales. Se busca brindar protección contra el impacto directo de la luz del sol y disminuir así, la evaporación excesiva. Se recomienda retirar parcialmente, al inicio del temporal de lluvias, ya que puede favorecer el exceso de humedad y el desarrollo de hongos, en la raíz y en la base del tallo (Garbanzo-Solis, 2011).

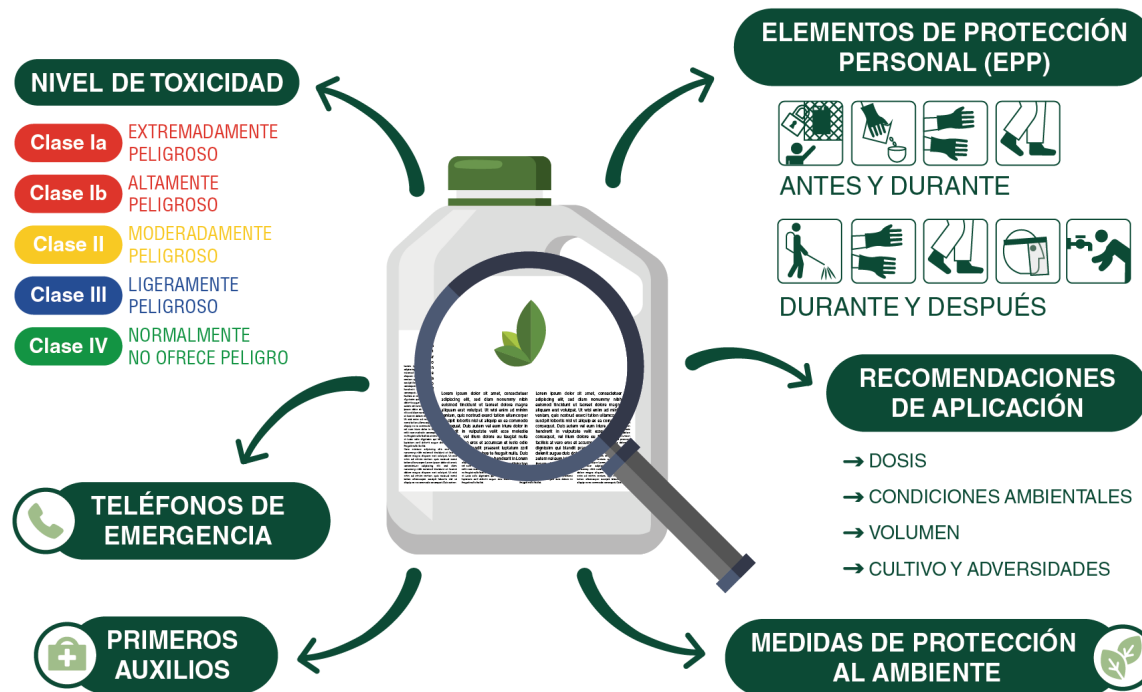


Uso de cobertura vegetal y hojarasca en huertas de aguacate.

- 7. Control químico:** El uso de estos productos sólo debe hacerse cuando exista un riesgo potencial al cultivo, y los controles anteriores no hayan funcionado. Es importante:
- a. Contar con asistencia técnica:** En caso de cualquier duda sobre el uso de los productos, consultar con un técnico especializado.
 - b. Consultar la legislación:** Utilizar solo aquellos productos, debidamente registrados y autorizados por la Comisión Federal para la Protección

contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), para el cultivo o plaga específica (SADER & SENASICA, Gobierno de México, 2019). El uso de plaguicidas y fertilizantes debe basarse en las recomendaciones formuladas en el Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas, y la normativa nacional pertinente. Adquirir productos que sean comercializados en empresas certificadas por el SENASICA. También se sugiere revisar el listado de Plaguicidas Prohibidos y de Uso con Mitigación de Riesgo de Rainforest Alliance.

- c. Elección de productos:** Una buena elección del producto consiste en elegir aquel que represente menor riesgo, en una determinada aplicación. Para esto, es necesario identificar que hay alrededor de la zona de aplicación. Por ejemplo, si el predio está cerca de un cuerpo de agua, se debe escoger un producto que tenga baja toxicidad en peces (SENASA, 2012). Para identificar estos productos, revisar la siguiente ilustración:



- i. Leer la etiqueta del producto, incluyendo la sección “Riesgos ambientales”, y seguir las instrucciones para minimizar los riesgos al ambiente.
 - ii. No utilizar productos con etiquetas que digan “extremadamente tóxico”, “altamente tóxico” o con una “toxicidad residual extendida”, (EPA, 2014).
- d. Elección del equipo de aplicación:** La selección del equipo de aplicación se realiza de acuerdo a la formulación del plaguicida que se va a usar. Revisar la parte derecha de la etiqueta, en la cual se incluyen: método de preparación, forma de aplicación y, adicionalmente, tipo de equipo específico que se necesita para determinado plaguicida (SENASICA, 2019).
- e. Diagnóstico de los equipos:** Antes de aplicar el fertilizante, realizar una revisión general del equipo de aplicación, para prevenir accidentes y reducir costos y demoras. Algunas de las consideraciones que se deben tomar en cuenta, durante el diagnóstico del equipo, son:
- i. Verificar que el manómetro de presión, las válvulas de distribución, la bomba, etc., se encuentren en buen estado.
 - ii. Verificar el desgaste de las boquillas y que sean iguales, para que tengan el mismo gasto y se encuentren a la misma distancia entre sí.
 - iii. Verificar que los filtros se encuentren limpios y en buen estado.
 - iv. No utilizar equipos dañados (SENASICA, 2019).
- f. Calibración de los equipos de aspersión:** Una vez que se haya verificado que el equipo funcione correctamente, se procede a calcular el gasto de agua por hectárea. De acuerdo con las recomendaciones de SENASICA (2019), se necesitan saber tres cosas para esto: 1) gasto del equipo, 2) la velocidad del aplicador, 3) el ancho de aplicación:
- i. **Gasto del equipo (Litros/segundo):** Para conocer el gasto, se coloca una cantidad conocida de litros de agua, en el depósito del equipo, y se toma el tiempo que tarda en usarse, en segundos.
 - ii. **Velocidad de aplicación (m/s):** Se marca una distancia conocida (p. ej., 10 metros), y se mide el tiempo que le toma a un aplicador recorrer esa distancia en segundos.
 - iii. **Ancho de aplicación (metros):** Se mide el ancho de una aplicación efectiva. Para esto, puede usarse papel sensible.
 - iv. Una vez obtenidos estos datos puede calcularse el volumen de aplicación con la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen de aplicación} \left(\frac{\text{Litros}}{\text{hectárea}} \right) = \frac{(\text{Gasto}) \cdot F_c}{(\text{Velocidad de aplicación}) \cdot (\text{Ancho de aplicación})}$$

Por ejemplo, si el equipo de aplicación tiene un gasto de 2 litros por minuto (0.03 litros por segundo), el aplicador camina a una velocidad de 4 kilómetros por hora (1.11 metros por segundo) y abarca un ancho de aplicación de 1.20 metros, la fórmula queda de la siguiente forma:

$$\text{Volumen de aplicación} \left(\frac{\text{Litros}}{\text{hectárea}} \right) = \frac{(0.03 \frac{\text{Litros}}{\text{segundo}}) \cdot (10,000 \frac{\text{m}^2}{\text{hectárea}})}{(1.11 \frac{\text{metros}}{\text{segundo}}) \cdot (1.20 \text{metros})} = 225.22 \frac{\text{Litros}}{\text{hectárea}}$$

v. Realizar pruebas de calibración, antes de iniciar la aplicación de productos. Para ello, se puede utilizar agua simple. Si el caudal en la boquilla es menor o mayor al indicado, en razón mayor al 10%, se recomienda limpiar el filtro; si esto no funciona, cambiar el filtro y la boquilla. Se tiene que corroborar el gasto de la boquilla, para no desperdiciar producto durante las aplicaciones.

g. **Preparación de mezclas:** Asignar un espacio para la preparación de

mezclas, que contenga una fosa con materiales de contención de derrames, los cuales impidan la filtración de líquidos y promuevan la eliminación de los mismos. Por ejemplo, el piso firme, que asegura la evaporación de los líquidos. El lugar debe estar protegido contra el ingreso de animales domésticos y silvestres, y separado, por lo menos, 15 metros de fuentes de agua, asegurando que los derrames y líquidos derivados de las mezclas no sean un riesgo para la contaminación del suelo y de los acuíferos, por lixiviación o

escurrimiento (SENASICA, 2019). A continuación, se presentan algunos ejemplos para la retención y degradación de productos químicos:

i. **Camas biológicas:** Son estructuras efectivas para acumular, retener y degradar, microbiológicamente, los derrames de plaguicidas, ocasionados al preparar las mezclas agrícolas; llenar los equipos de aplicación, disponer sobrantes de uso agrícola, enjuagar los envases, o limpiar los equipos de aplicación (Infoagro, 2015). Están formadas por una biomezcla,

PARTES DE UNA MOCHILA ASPERSORA



Aspersor manual. Fuente: <https://continenteferretero.com/blog/post/aspersoras.html>



Ejemplo de cama biológica para tractores de aspersión.

que contiene 50% materia vegetal como paja de trigo o maíz, 25% tierra y 25% composta. Para conocer más acerca de esta alternativa, consultar el video “¿Cómo funcionan las camas biológicas?” que se encuentra en la sección “Para más Información”

- ii. **Mesas biológicas:** Al igual que las camas biológicas, consisten en utilizar un bote de 200 litros, en donde se incorpore la biomezcla, cuyo propósito es evitar la contaminación del suelo y agua, en

sitios de preparación de mezclas y áreas de lavado de equipos de aplicación. Esta práctica se recomienda en caso de usar mochilas aspersoras.

h. Aplicación del producto

- i. Con apoyo del técnico, determinar la dosis, formulación y momento adecuado de aplicación, de acuerdo con el tipo de plaga y grado de infestación. Es importante que la cantidad a aplicar no sea mayor a la recomendada por el fabricante.

- ii. Verificar la fecha de vencimiento. No se deben usar productos vencidos o en mal estado.
- iii. Determinar el área control, en la que será aplicado el producto, para evitar intoxicaciones en las plantas y animales, y contaminación de los recursos hídricos por infiltración o escorrentía (SENASA,2012).
- iv. Aplicar el producto en el horario señalado por el técnico.



Área designada para colgar la ropa de trabajo.



Uso de tarimas para derrames.

- v. Respetar el tiempo de espera para cada aplicación.
- vi. Observar periódicamente el cultivo, para detectar a tiempo algún problema.
- vii. Contar con una bitácora de campo. Todas las aplicaciones en campo deben registrarse en la bitácora, incluyendo fecha, producto, dosis, tipo de aplicación, insecto o enfermedad a controlar.
 - i. **Escorrentías y cuerpos de agua:** No realizar aplicaciones cerca de escorrentías, cuerpos y/o fuentes de agua.
 - j. **Lavado de recipientes:** Los recipientes utilizados deben ser lavados tres veces y llevados a un centro de acopio autorizado para su manejo y cuidado. Los desechos del lavado no deben ser arrojados a los canales. Para el triple lavado es necesario:
 - i. Utilizar guantes
 - ii. Llenar el envase vacío con agua hasta la cuarta parte, tapar y agitar, durante 30 segundos, de arriba a abajo y hacia los lados. Depositar el agua en el tanque o tambo en donde se preparó la mezcla con el plaguicida. Este procedimiento debe repetirse 3 veces.
 - iii. Posteriormente, perforar el envase y llevarlo al centro de acopio autorizado, para su manejo y disposición final.

Beneficios para la biodiversidad

- Conservar las características del suelo, que permiten la producción de alimentos y mantiene el proceso natural de control de plagas. Por lo tanto, se reduce la degradación de estos beneficios (Pérez Consuegra, 2018).
- Mantener las poblaciones de polinizadores.
- El uso de controladores biológicos derivará en producciones más sustentables, y en la reducción de los impactos en insectos benéficos para el cultivo, como los polinizadores.
- Conservar las características del suelo, que sirven para el mantenimiento de un cultivo sano.
- Mediante un registro de las actividades en una bitácora, se entenderán mejor los procesos del cultivo, ayudando al uso eficiente de los recursos económicos y humanos.
- La implementación de cobertura vegetal en las terrazas, favorecerá la función de los microorganismos del suelo, disminuirá la aparición de malezas y mejorará el desarrollo de la raíz (Garbanzo-Solis, 2011).

Bordos seguros para animales silvestres

Objetivo

Describir las medidas necesarias para la construcción y/o adecuación de bordos de agua, para así disminuir el ahogamiento de fauna silvestre.

¿A quién va dirigida esta buena práctica?

- Productores de aguacate

Para más información

- *Wildlife escape ramps for livestock watering troughs*
- *Wildlife-friendly troughs*
- Rampas de rescate para reducir el ahogamiento de fauna en reservorios de agua (video)
- *Lesson: Constructing wildlife ramps* (video)



Las ollas de agua construidas con geomembrana pueden ser un peligro para los animales silvestres. Foto tomada en el municipio de Tapalpa.

Problemática

Los bordos de agua, también llamadas ollas, son un tipo de infraestructura, que permite captar el agua extraída de los acuíferos. Han representado una solución a la crisis del agua en el campo, convirtiendo tierras de cultivo de temporal en tierras de cultivo de riego. Sus ventajas son que se pueden construir, prácticamente, en cualquier lugar y están hechas con geomembrana, una tela plástica que se adapta a la tierra, que puede ser de PVC o de HDPE (polietileno de alta densidad). Además, se pueden construir de cualquier tamaño, según la necesidad de agua y del espacio con el que se cuente (Mexicanas, 2019).

Una identificación de los bordos de agua de la región, con la herramienta Google Earth, arroja un total de 1,193 bordos, distribuidos en 148 hectáreas. El 37% de los

Grado de afectación a flora y fauna



Mamíferos



Reptiles



Anfibios



Aves



Insectos

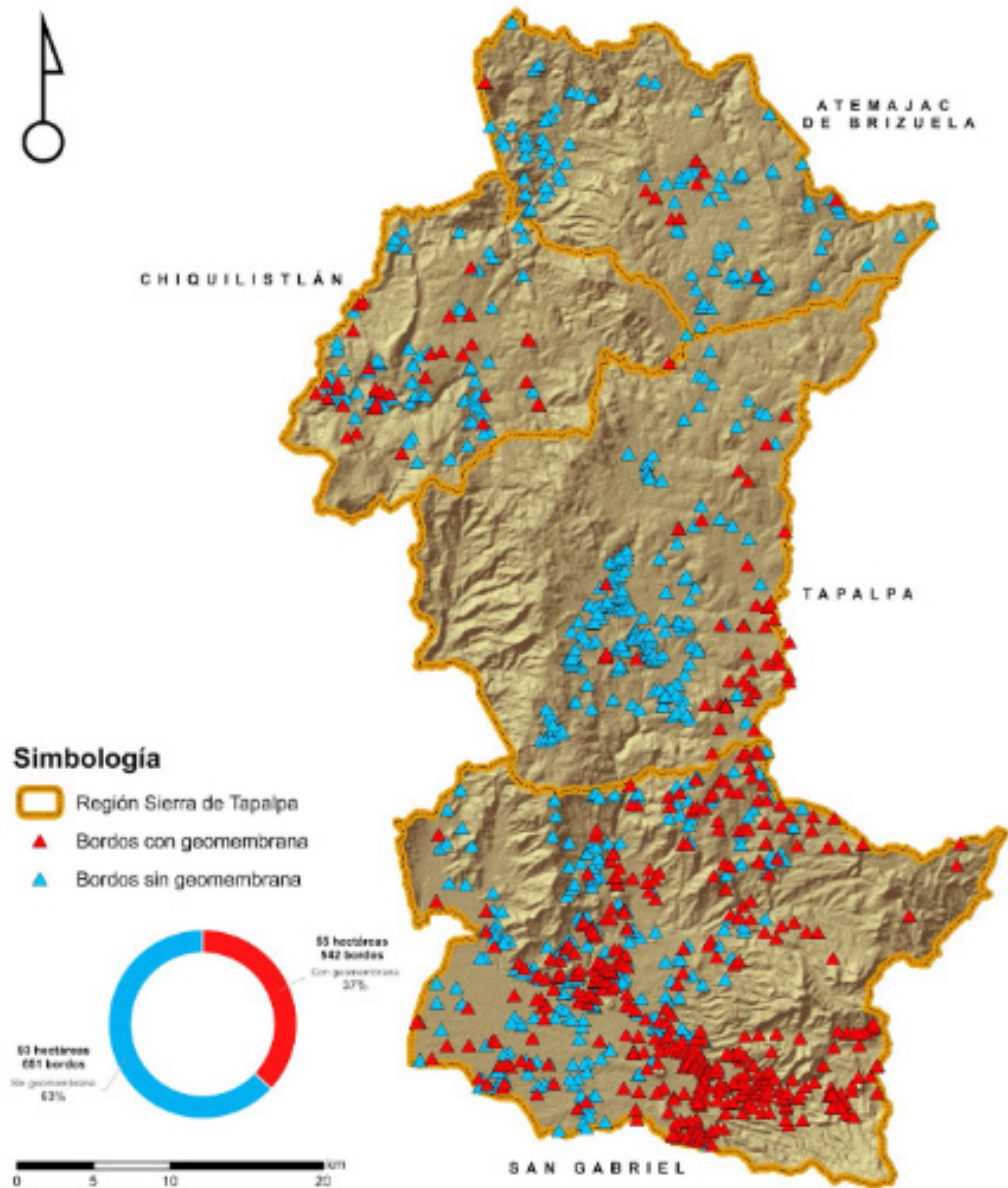


Flora



bordos están contruidos con geomembrana, y el 63% restante con material geológico. El municipio con menor cantidad de bordos es Atemajac de Brizuela, mientras que San Gabriel es el municipio con mayor porcentaje de bordos con geomembrana.

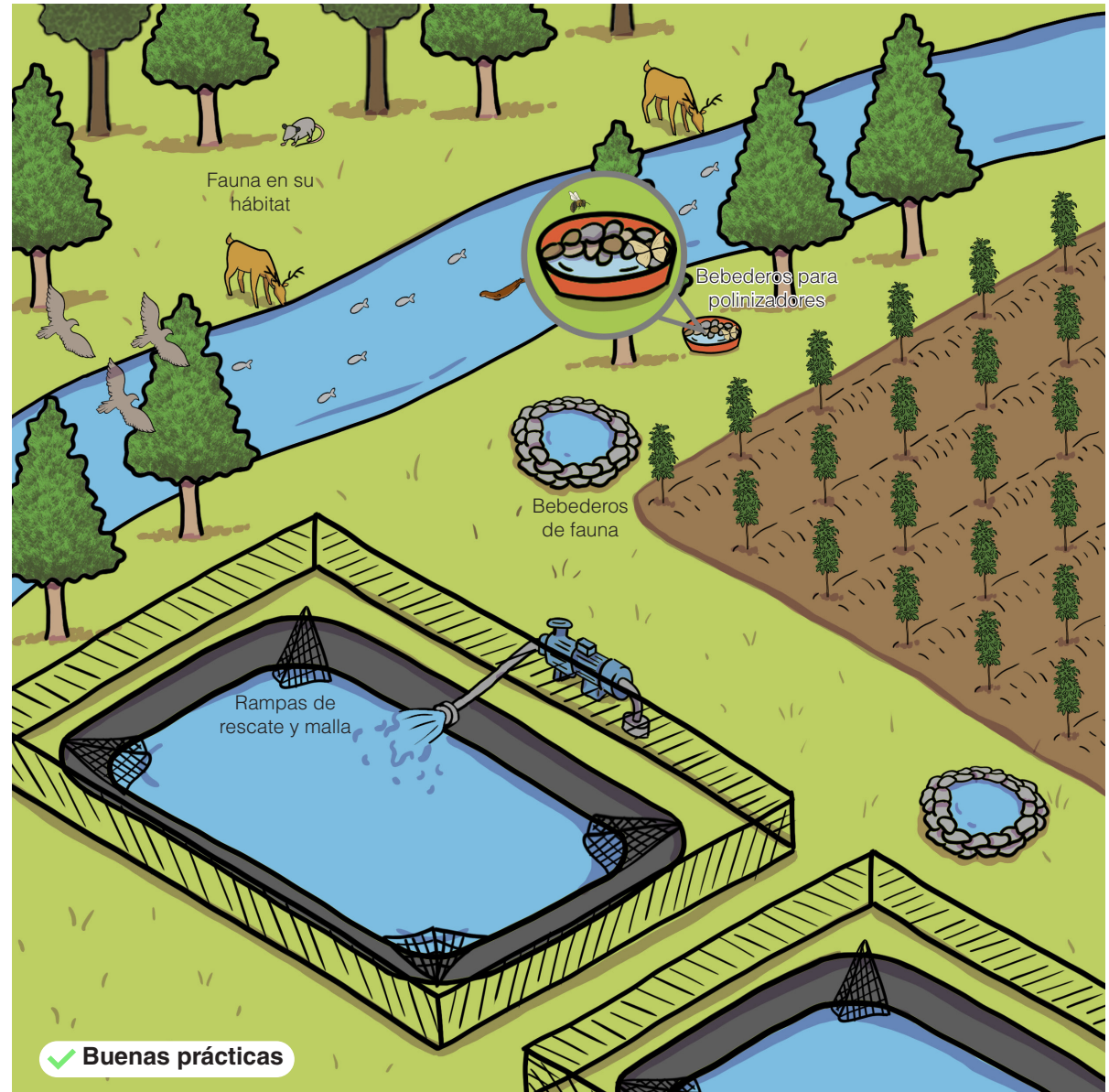
- A. Los bordos, al ser espacios donde se almacena el agua, atraen a los animales a beber. Si un animal llegara a caer dentro del bordo, y este estuviera construido con plástico, le será difícil salir, por el material resbaladizo, provocando que se ahogue.
- B. Existe un riesgo por intoxicación, ya que el agua almacenada puede estar contaminada con plaguicidas (SEMARNAT, 2006).

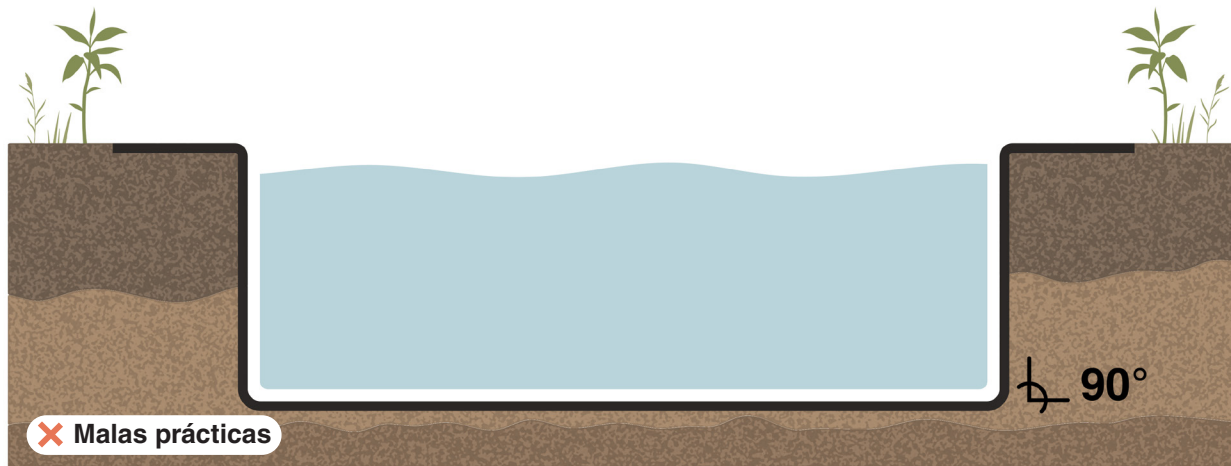


Identificación de bordos de agua con y sin geomembrana en los municipios de la Región de la Sierra de Tapalpa. Fuente: Elaboración propia.

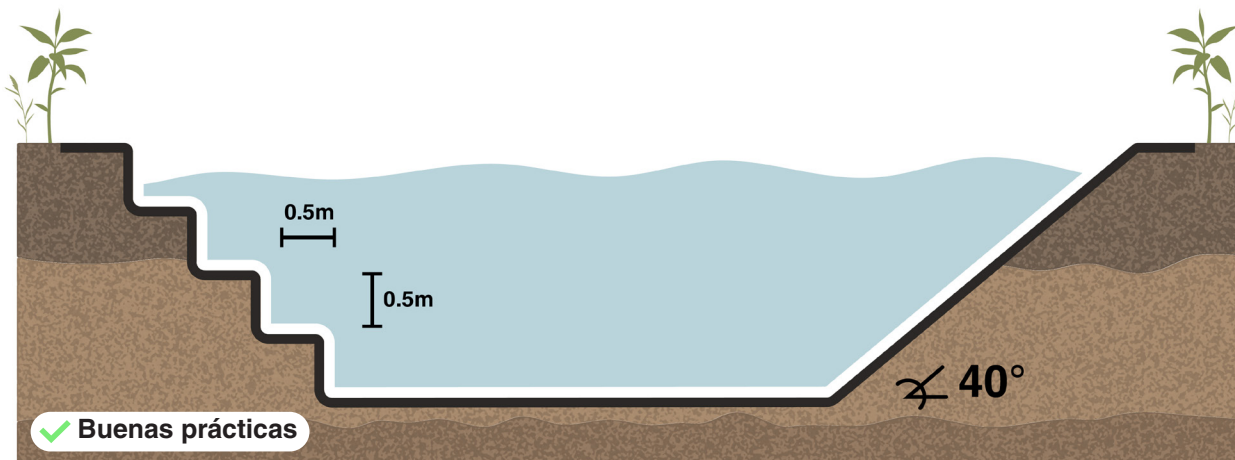
Método de aplicación

- 1. Ubicación de los bordos:** Construirlos en zonas, donde no exista el riesgo de contaminación por la aplicación de agroquímicos; esto significa, alejarlos lo más posible de las áreas de cultivo. No realizar manejo de sustancias químicas cerca de los bordos. Estas acciones deberán llevarse a cabo en zonas designadas, en las cuales exista poco riesgo de contaminación de agua y suelo.
- 2. Cercado de bordos:** Los bordos deberán estar cercados con malla ciclónica, de 1.8 metros de alto, y material que obstruya la vista, como persiana plástica, para evitar que la fauna ingrese.
- 3. Diseño de bordos:** Un diseño de bordo, que prevenga el ahogamiento de animales, incluye la construcción de rampas o escalones, para permitir la salida segura de cualquier animal (ver los siguientes diagramas). Las rampas deberán tener una inclinación máxima de 40 grados, y los escalones una altura y anchura máxima de 50 centímetros. Considerar elementos de sombra en el diseño del bordo, con el objetivo de disminuir la evaporación de agua.





Es más difícil para los animales que caen accidentalmente salir de los bordos con paredes muy inclinadas.



Propuesta de un diseño de bordo para evitar el ahogamiento de animales con escalones y rampa.

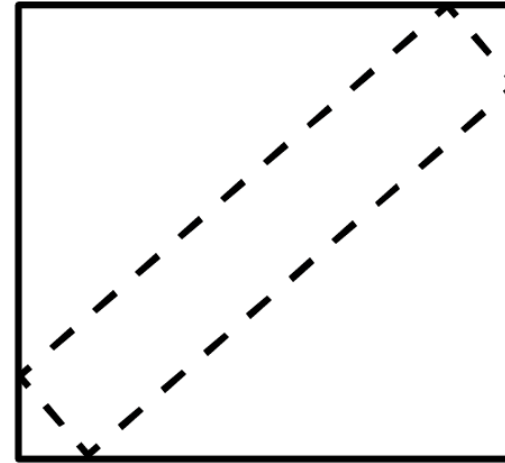


Bordo de agua cercado.

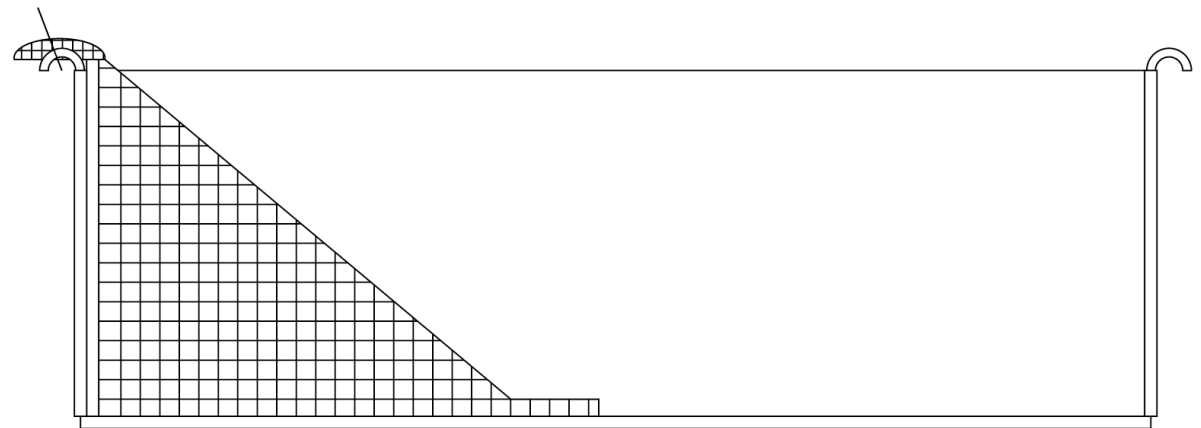
4. Rampas de rescate o líneas de vida:

Implementar rampas de rescate en todos los bordos de la parcela. Estas estructuras se fabrican con malla de alambre, cuadrada y doblada, para formar un triángulo que se asegure firmemente al borde de la olla de agua. Algunas consideraciones para instalar rampas de rescate son:

- a. La rampa debe ser accesible a la fauna, aun cuando los niveles de agua bajen drásticamente.
- b. Debe estar tocando la parte interior de la pared del bordo, para que los animales, al nadar por el perímetro, puedan encontrarla.
- c. Debe estar fijada firmemente, para que no se caiga durante su uso.
- d. Debe construirse con materiales duraderos y antiderrapantes.
- e. La rampa de rescate debe tener una pendiente menor a 45 grados.
- f. Colocarla en un sitio, donde no interfiera con las actividades de la parcela.
- g. Se deben colocar una rampa de vida cada 30 metros lineales del perímetro del bordo. Es importante la cantidad de líneas de vida, ya que la mayoría de la fauna difícilmente puede nadar.



Al doblar un pedazo cuadrado de malla ciclónica por la línea punteada, se obtiene una rampa de rescate. Las dimensiones del cuadro deben adaptarse al tamaño del bordo asegurándose de que abarque desde el fondo hasta la parte superior.



Vista de perfil: rampa de rescate en bordo que muestra el triángulo superior doblado por encima del borde y el triángulo inferior doblado para formar un contacto con el fondo del bordo. Fuente: Servicio para la Conservación de los Recursos Naturales, Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

5. Bebederos para fauna: Colocar bebederos para los animales silvestres, en las inmediaciones de la parcela. Al tener fuentes de agua de fácil acceso, se pretende evitar que la fauna acceda a las parcelas ni a los bordos de agua. Se debe asegurar que los bebederos estén limpios y tengan agua en todo momento, especialmente en la época seca del año (entre los meses de enero a mayo). Se recomienda instalarlos en lugares con sombra, para evitar la evaporación del agua. Deben elaborarse, preferentemente, de concreto y contar con un drenaje; en caso de no ser de concreto, hacerlos de un material fácil de limpiar. Evitar el uso de plásticos y que posean bordes filosos o puntiagudos (Gobierno de Chile). Se recomienda la colocación de 1 bebedero de fauna, por cada dos hectáreas de cultivo. Se sugiere que los bebederos no tengan una profundidad mayor a 30 cm de espejo de agua, y que las pendientes, para acceder a ellos, no sean mayores a 45 grados. También se recomienda que los acabados de los materiales sean rugosos.



Bebedero de fauna. Fuente: Ciencia y Caza (2018).

Beneficios para la biodiversidad

- Reducir el ahogamiento de la fauna silvestre en bordos de agua.
- Las rampas de vida también pueden ayudar a los polinizadores a beber agua.
- Proveer bebederos seguros, ayuda a la conectividad de la biodiversidad de la región.
- Ubicar los bordos lejos de fuentes de agua naturales, disminuye el riesgo de intoxicación de la fauna.



Consumo eficiente de agua

Objetivo

Disminuir las prácticas de desperdicio de agua y eficientar su uso para la producción de aguacate. Se describen prácticas para los productores y técnicos en campo, que consisten en la revisión de los criterios del Programa de Ordenamiento Territorial de la región, uso de sistemas de riego eficientes, medición del volumen de agua usada, obtención de concesiones para el aprovechamiento de agua subterránea, análisis de suelo y agua para planear el riego, obras para infiltración de agua de lluvia, y monitoreo de los pozos de extracción de agua.

¿A quién va dirigida esta buena práctica?

- Productores de aguacate
- Técnicos de campo

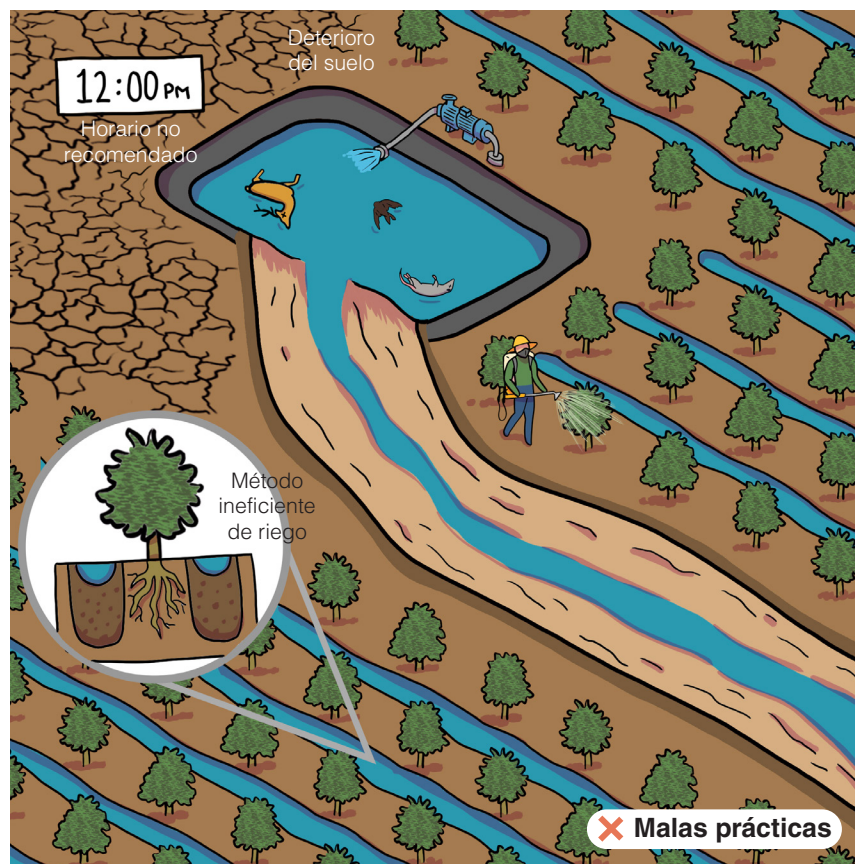
Para más información

- Manual de buenas prácticas de riego WWF
- Módulo 5: Manual de riego y drenaje
- Proyecto JALDA: Cartilla 6 Zanjas de infiltración
- Cartillas para la conservación del suelo: Zanjas de infiltración
- Minnesota Stormwater Manual: Stormwater infiltration
- Manual de agua potables, alcantarillado y saneamiento: Alternativas tecnológicas de tratamiento de aguas residuales para la recarga artificial de acuíferos (CONAGUA)
- Trámite CNA-01-004 Concesión de aprovechamiento de aguas subterráneas
- Solicitud de concesión de aguas subterráneas

Problemática

Las aguas subterráneas son un recurso estratégico en zonas donde las precipitaciones son escasas. Su uso ha permitido, entre otras cosas, el desarrollo de la agricultura de regadío en zonas antes impensables, con grandes extensiones en regadío, más o menos intensivo. Sin embargo, han sido (y continúan siendo) explotados, superando, en muchos casos, las extracciones de agua a la capacidad de recarga, lo que lleva a una reducción progresiva de estas reservas estratégicas. Un elemento clave, para comprender qué ha propiciado la sobreexplotación de los acuíferos, es la continua expansión de cultivos en regadío (WWF, 2020). La alta demanda de agua significa un efecto negativo en la conservación de espacios naturales de alto valor ambiental:

- A. Los efectos de la sobreexplotación del agua no solo se traducen en menos recursos, sino en problemas de contaminación de los acuíferos, que comprometen aún más la atención a las demandas de los usuarios (WWF, 2020).
- B. Esta sobreexplotación tiene un impacto directo sobre los ecosistemas y los espacios naturales de gran valor para la biodiversidad, que dependen de la existencia de niveles de afloramiento de agua subterránea, con descargas suficientes para el mantenimiento de su estructura y funcionamiento.



- C. Reducción de la disponibilidad de agua para otros usos, y disminución de la calidad de las aguas subterráneas (WWF, 2020).
- D. En la región de Tapalpa se presenta un problema de sobreexplotación del recurso hídrico por la actividad agrícola, en particular por agricultura de riego, ya que esta requiere cantidades relevantes de agua para producirse, y su fuente

- E. Contaminación del agua saliente de los cultivos, con derivados de la utilización de plaguicidas y fertilizantes (POET, 2020).

Grado de afectación a flora y fauna



Mamíferos



Reptiles



Anfibios



Aves



Insectos



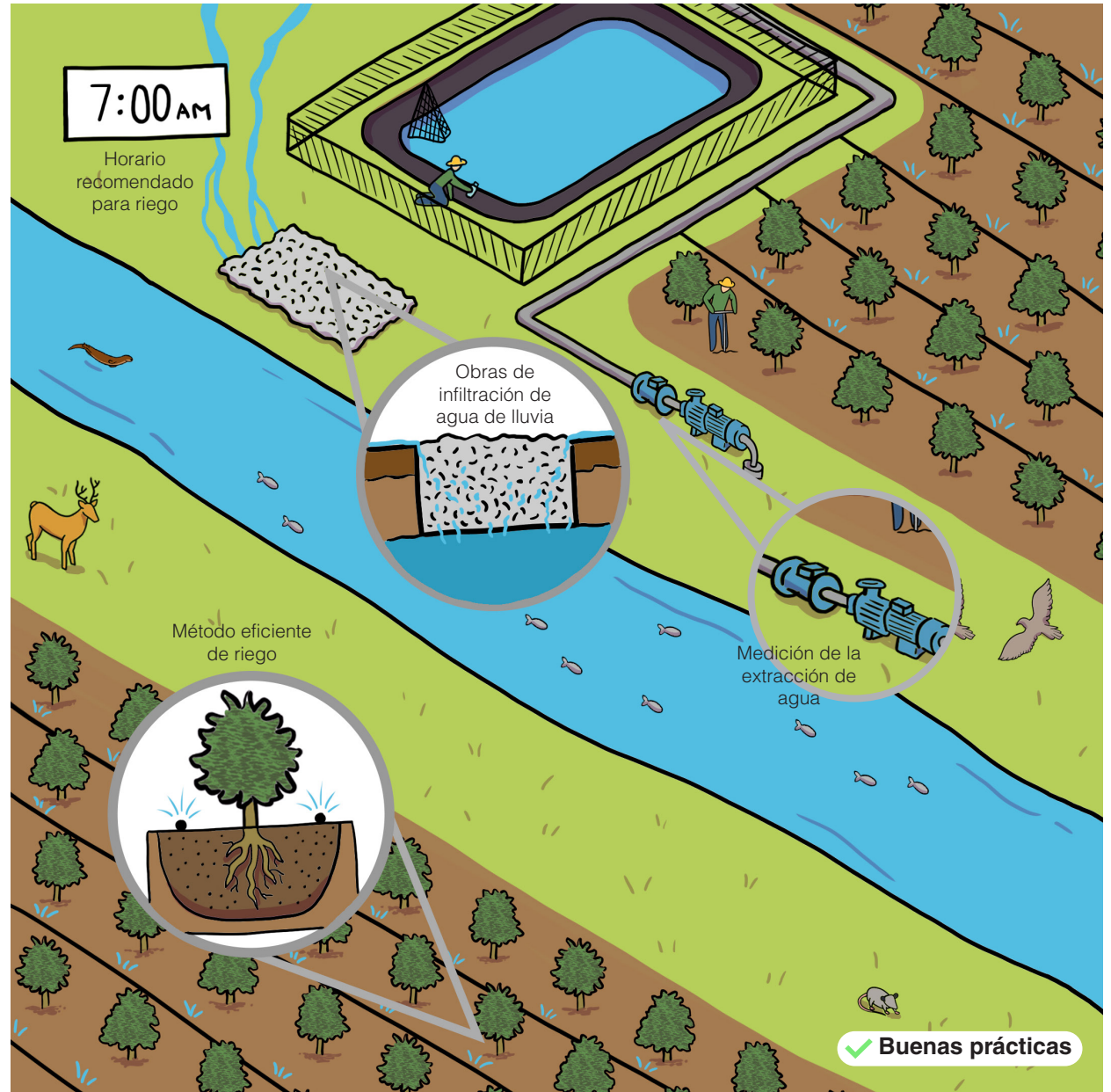
Flora

Método de aplicación

Buenas prácticas para el productor de aguacate

- 1. Revisión del Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Tapalpa (POTR):** Revisar el POTR durante la planeación de una parcela de producción de aguacate. Se debe evaluar si la actividad está permitida en el sitio seleccionado, y se pueden seguir las instrucciones de la sección “Ordenamiento Territorial de la Región de Tapalpa.” En caso de que la parcela ya esté establecida, revisar el ordenamiento ayuda a identificar las acciones que el productor debe realizar para aprovechar, responsablemente, los recursos naturales.

Debido a que el POTR está elaborado usando las cuencas, para delimitar las unidades de gestión; las escorrentías y cuerpos de agua tienen gran peso en los lineamientos, estrategias y criterios, que se proponen en el instrumento y están enfocados en la gestión del recurso hídrico. Por ejemplo, la producción de aguacate estará condicionada al balance hídrico de la cuenca, si se encuentra en una unidad de gestión



con el criterio Ag 1. También, se hace mucho énfasis en el agua subterránea. Por ejemplo, en el criterio Ag 32, no se permite obtener concesiones para extraer agua subterránea, a nuevos proyectos de parcelas de aguacate, en el territorio que le aplica.

Si el proyecto está permitido en el terreno planeado, de acuerdo a lo establecido en el POTR, o en caso de que el proyecto ya esté establecido, revisar con atención los criterios ecológicos Agrícolas (Ag) e Hidrológicos (H), ya que establecen medidas para el aprovechamiento del agua en la actividad agrícola, en la unidad de gestión en la que se encuentra la parcela.

2. Respetar las áreas con política de protección: El POTR establece áreas con política de protección a las escorrentías y cuerpos de agua de la región. Las parcelas de producción de aguacates, que colinden o estén cerca de corrientes y cuerpos de agua, deben respetar las zonas marcadas en el POTR, además de acatar las estrategias, criterios y lineamientos que le corresponden.

3. Obtener permisos para extracción de agua subterránea: Se deberá contar la concesión para el aprovechamiento de agua subterránea, por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que se obtiene a través del trámite “CNA-01-004 Concesión de aprovechamiento de aguas subterráneas”.

4. Analizar la calidad del agua: Se deberán llevar a cabo, por lo menos una vez al año, estudios para conocer el pH, cloruros y nitratos, bacteriología, y contaminación por agroquímicos. Estos análisis deberán realizarse por un laboratorio acreditado, que asegure el seguimiento de los protocolos establecidos en la normatividad, para todo el proceso de evaluación de las muestras. Los resultados deberán quedar registrados en una bitácora.

5. Realizar estudios para conocer las características del suelo: Realizar estudios edafológicos para conocer las características físicas del suelo, como la capacidad de campo, punto de marchitez permanente, agua útil, agua fácilmente utilizable y velocidad de infiltración. Estas características ayudan a estimar la cantidad de agua

que puede almacenar el suelo antes de que se infiltre, para evitar pérdidas, y sirven para calcular el caudal de goteo más eficiente. Esto debe complementarse con información de las necesidades de riego del cultivo, cuyo cálculo se explica en la sección de buenas prácticas, para las asociaciones de productores de aguacate.

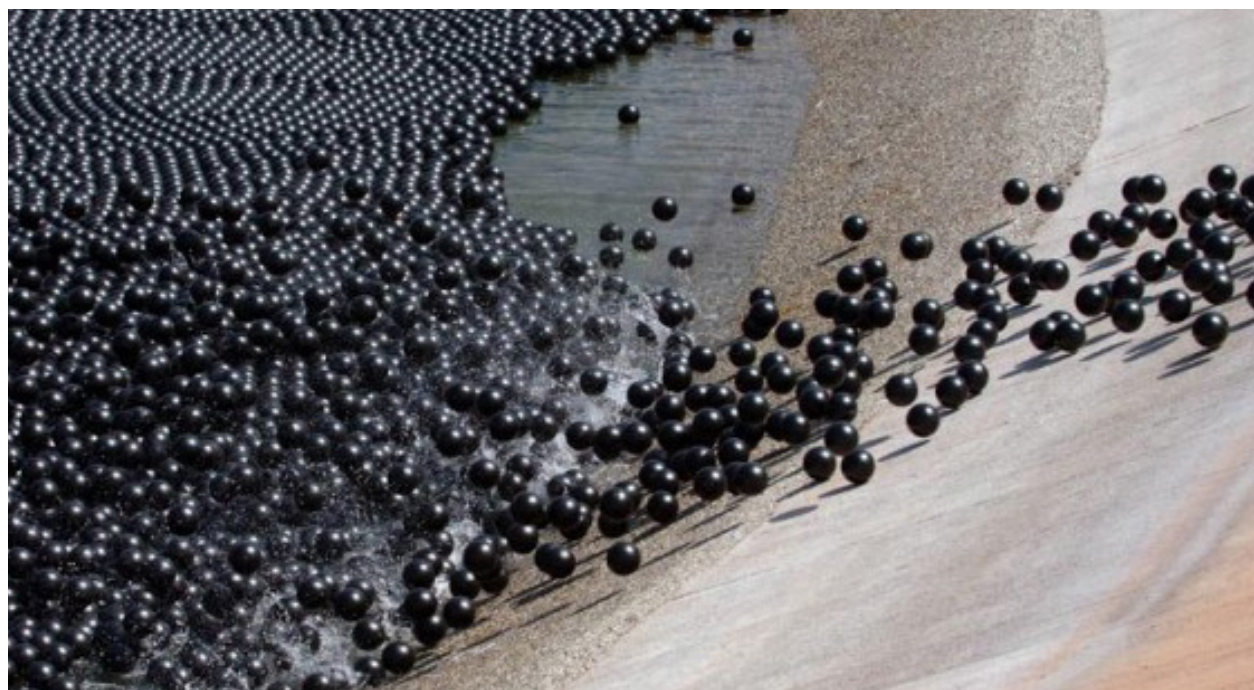
6. Uso eficiente del agua de riego: El riego debe asegurar un manejo del agua, que permita su duración en el suelo, en suficiente cantidad y calidad. Para esto, es necesario conocer tres cosas: **1)** el ciclo del desarrollo del cul-



Riego por goteo en parcela de aguacate. Municipio de Tapalpa.

tivo, **2)** la necesidad de agua del cultivo (en promedio, un árbol de aguacate consume 35 mil litros de agua al año) (Aloe Eco Park, 2016), y **3)** la dosis y frecuencia de riego, que dependen de los dos puntos anteriores. La necesidad de agua del cultivo depende de la etapa de desarrollo de la planta, y puede ser calculada o medida como se muestra más adelante. El tercer punto depende de la capacidad del suelo para retener agua, para esto se realizan los estudios de suelo; de la cantidad mínima de humedad en el suelo, para evitar el estrés de las plantas; y de la capacidad del sistema de riego y su eficiencia. Utilizar las tecnologías de riego de precisión en la parcela, de preferencia por goteo, y con caudales que contemplen las características del suelo y las necesidades de la planta. No se deberá regar cuando haya mucho viento y/o alta insolación, ya que esto evapora el agua regada. Por lo tanto, procurar regar temprano en la mañana o después de las 17:00 horas del día.

- 7. Conservar el agua almacenada en bordos:** Los bordos de captación de agua la evaporan por la insolación y el viento. Existen tecnologías que evitan la evaporación de ollas de agua, como las pelotas de sombra (*shade balls*).



Pelotas de sombra usadas para evitar la evaporación de agua en reservorios. Fuente: Parapedro, s.f.

Estas pelotas flotan sobre la superficie del agua y evitan que los rayos del sol y el viento la evaporen. Otra opción para disminuir la evaporación del agua de los bordos es instalar fotoceldas, para la generación de energía solar. La energía producida puede servir para cubrir el consumo eléctrico del sistema de bombeo.

Debe considerarse la opción de captar el agua de lluvia, aprovechando la superficie techada de los invernaderos, para almacenarla en los bordos de agua.

- 8. Cálculo de necesidad de agua del cultivo:** Calcular cuándo, cómo y cuánto regar, y poner a disposición de los productores esta información. Existen métodos directos e indirectos para determinar estas respuestas. Los métodos indirectos calculan la evapotranspiración de los cultivos mediante fórmulas matemáticas, mientras que los métodos directos miden la humedad del suelo, de manera continua y directa. Estos datos deben usarse en un balance de agua, que incluya datos de

precipitación locales y, si se conocen, las variaciones de agua en el suelo. Lo anterior permite conocer el cuándo y el cuánto. Un método indirecto es el cálculo de la evapotranspiración del cultivo, mediante una evapotranspiración de referencia, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$ET_c = K_c \cdot ET_0$$

ET_c es la evapotranspiración del cultivo; K_c es el coeficiente del cultivo, un dato que se obtiene experimentalmente y depende del desarrollo del cultivo; y ET_0 es la evapotranspiración de referencia.

Una vez que se conoce cuándo y cuánto regar, es necesario conocer el cómo. Para esto, se deben observar algunas cosas en cada una de las parcelas: la capacidad máxima del suelo para almacenar agua, el nivel de humedad del suelo, la capacidad y eficiencia del sistema de riego. Estos datos deben ayudar a programar los riegos, procurando no superar la capacidad de infiltración del suelo.

9. **Medir el volumen de extracción de agua:** Instalar un caudalímetro, que ayude a medir el consumo real de agua y a compararlo con el volumen que se

planea usar para el riego del cultivo. En caso de que exista mucha diferencia entre el volumen de agua planeado y el que se usó realmente, se deberán determinar las razones de esa diferencia y solucionar las causas que la provocaron.

10. **Construir obras de recarga de acuíferos:** Realizar obras para infiltrar agua de lluvia en la parcela. Estas obras deberán realizarse lejos de las actividades que pudieran contaminar la calidad del agua que se infiltra. Las siguientes son algunas recomendaciones:

- a. Existen dos tipos de obras de recarga de acuíferos: superficiales y a profundidad. Las obras deben basarse en los resultados del análisis de suelo. El dato que sirve para orientar la construcción de las obras es la permeabilidad del suelo (k), que se mide en centímetros de agua infiltrada por segundo (cm/seg). Si el suelo es poco permeable ($k < 10^{-4}$ cm/seg), se deben preferir obras a profundidad; en cambio, si el suelo es permeable ($k > 10^{-4}$ cm/seg), las obras superficiales son una buena opción. Es importante recordar que en todas las obras de infiltración se debe evitar el agua que escurre directamente de los cultivos, para prevenir la contaminación por agroquímicos que pudieran escurrir.

- i. **Obras superficiales:** Ideal para terrenos con una permeabilidad mayor a 10^{-4} cm/seg. Para esto se sugieren dos tipos de obras:

- **Canales:** Se construyen siguiendo las curvas de nivel del terreno, y con poca profundidad. La infiltración sucede por el fondo y los lados del canal. Se recomienda que se construyan a lo largo de las partes más alta y más baja del terreno, asegurándose de que el agua, que llega a las obras, no provenga directamente de los cultivos, ya que esta puede arrastrar agroquímicos.
- **Zanja bordo o de infiltración:** Como se señala en la ficha “Manejo ecológico del suelo”, es una excavación alargada de 40 centímetros de ancho y de fondo, de 2 metros de largo, que se excava



Canal de infiltración. Fuente: Asencios Pineda (2012).

siguiendo las curvas de nivel del terreno. La tierra excavada se coloca a 20 centímetros de la zanja, en la parte baja del terreno. Se recomienda que se construyan a lo largo de las partes más alta y más baja de la parcela.

ii. **Obras a profundidad:** Apropriadadas cuando las capas superficiales del suelo son poco permeables ($k < 10^{-4}$ cm/seg).

• **Zanjas de infiltración profundas:** Se trata de obras de mayor profundidad que las recomendadas en la sección anterior, de entre 1.0 y 3.0 metros de profundidad (por 1.0 metro de ancho y 2.0 metros de largo), rellenas de grava, sirviendo para filtrar el agua. Si se requiere evitar que se azolven, se pueden cubrir con una malla textil que filtre el agua de tierra y vegetación. Las zanjas de infiltración pueden combinarse con los cercos vivos, de esa forma, el agua infiltrada puede servir de humedad a los árboles y arbustos de los linderos.

b. **Dar mantenimiento:** Las obras de infiltración suelen azolverse o tapar-

se con tierra y vegetación. Por esta razón, se les deberá dar mantenimiento constante. Las zanjas de infiltración suelen acumular suelo muy fértil, que puede ser esparcido en la parcela.

c. **Conservar y restaurar zonas de infiltración:** En caso de detectar zonas de alta permeabilidad dentro de la parcela, deberá evitarse el uso de agroquímicos en ellas y serán destinadas a la infiltración de agua de lluvia. Para detectar la permeabilidad de la parcela, se recomienda hacer sondeos en una proporción de 3 sondeos por hectárea, y medir el coeficiente de infiltración.

11. **Llevar a cabo monitoreo de los pozos:** Además de instalar un caudalímetro, en el pozo se deberá instalar un medidor del nivel piezométrico. Los datos se deberán registrar en una bitácora. Los datos que se recomienda registrar serán, por lo menos:

- a. Los resultados de los análisis de calidad del agua.
- b. El volumen de agua extraída.
- c. El nivel piezométrico.

Beneficios para la biodiversidad

- Mayor disponibilidad de agua en la red hidrológica del Paisaje de la Región Tapalpa.
- Mayor accesibilidad al agua, para la población y las especies de la región.
- Generación de información geohidrológica.
- El acceso del público a la información sobre los acuíferos, ayuda a disminuir los mitos que existen alrededor del agua de la región, además de que proporciona datos medibles, que permiten llevar un seguimiento del estado de los acuíferos.



Protección de zonas forestales y cuidado del paisaje

Objetivo

Las prácticas propuestas están pensadas para implementarse a nivel de parcela, y tienen como objetivo conservar y restaurar servicios culturales de la región, como el valor estético del paisaje. En caso de estar planeando utilizar una parcela para la producción de aguacate, se describen las acciones para determinar si la actividad está permitida y, en caso de que esté permitida, qué criterios se deben cumplir, según el Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Tapalpa. Se describe, a grandes rasgos, un plan de restauración que el productor pueda llevar a cabo; y el uso de cercos vivos, para promover la cobertura forestal y las poblaciones de polinizadores de la región.

¿A quién va dirigida esta buena práctica?

- Productores de aguacate
- Técnicos de campo

Para más información

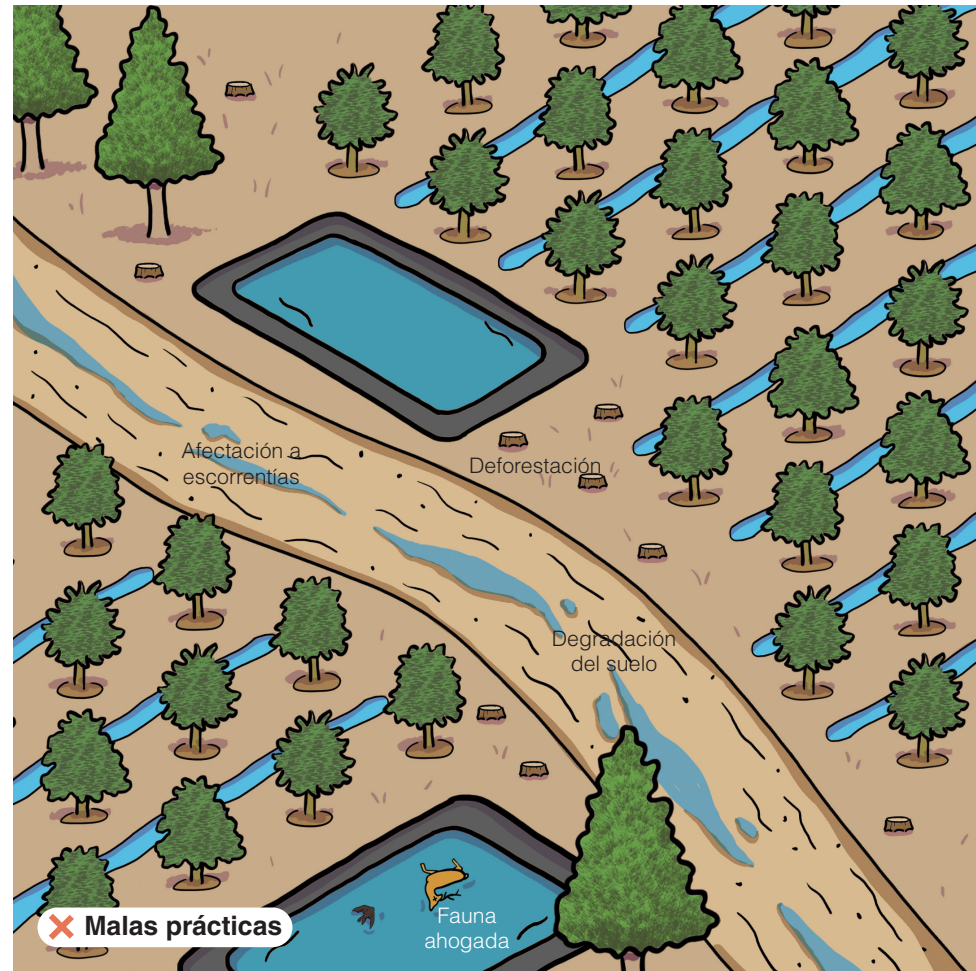
- Uso eficiente de los recursos en el paisajismo natural (pdf)
- Servicios ecosistémicos y biodiversidad (página web)
- Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Tapalpa
- Implementación de metodologías para la identificación de oportunidades de restauración productiva en el Paisaje Sierra de Tapalpa, Jalisco, México.
- Prácticas de reforestación: Manual básico CONAFOR
- Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal

Problemática

El medio ambiente provee al ser humano de distintos beneficios tangibles e intangibles, denominados servicios ecosistémicos. Estos pueden ser clasificados en diversas categorías, entre las cuales se encuentran los servicios ecosistémicos culturales, correspondientes a los beneficios no materiales que brindan los ecosistemas. Aquí se comprenden aquellas utilidades como la posibilidad de recreación, inspiración para el arte, generar conocimiento, apreciación estética, sentimiento de pertenencia y herencia cultural, por mencionar algunos (Auer, 2015).

En la actualidad, los bosques se encuentran sometidos a una fuerte presión, gracias a la expansión y conversión de las tierras forestales a otros usos del suelo, como zonas agrícolas, ganaderas y urbanas; al igual que por el aumento de la demanda maderera con fines industriales y energéticos, lo cual, a menudo, produce la degradación y conversión de los bosques a formas insostenibles de uso de la tierra (FAO, 2004).

Los servicios ecosistémicos culturales se consideran sumamente importantes para el bienestar y desarrollo personal (FAO, 2022). Los paisajes se modifican a consecuencia del aprovechamiento de los recursos que albergan. Si el aprovechamiento de los recursos no está regulado, puede propiciar un uso desmedido, que repercute también en los servicios culturales. Tal



es el caso de las actividades extractivas, la producción agrícola y la expansión urbana, que son de las principales amenazas hacia la conservación de los servicios ecosistémicos culturales (WTO, 2020). En el paisaje de la región de Tapalpa, ya se notan los efectos de grandes extensiones de monocultivos de agricultura bajo techo (invernaderos). Esto contrasta con el pai-

Grado de afectación a flora y fauna



Mamíferos



Reptiles



Anfibios



Aves



Insectos



Flora

saje que brindan otros tipos de cultivo y el bosque.

Por estas razones, al estar ligado al bienestar de las personas, el valor estético del paisaje adquiere importancia en el momento de tomar decisiones sobre el aprovechamiento de los recursos y el uso de suelo.

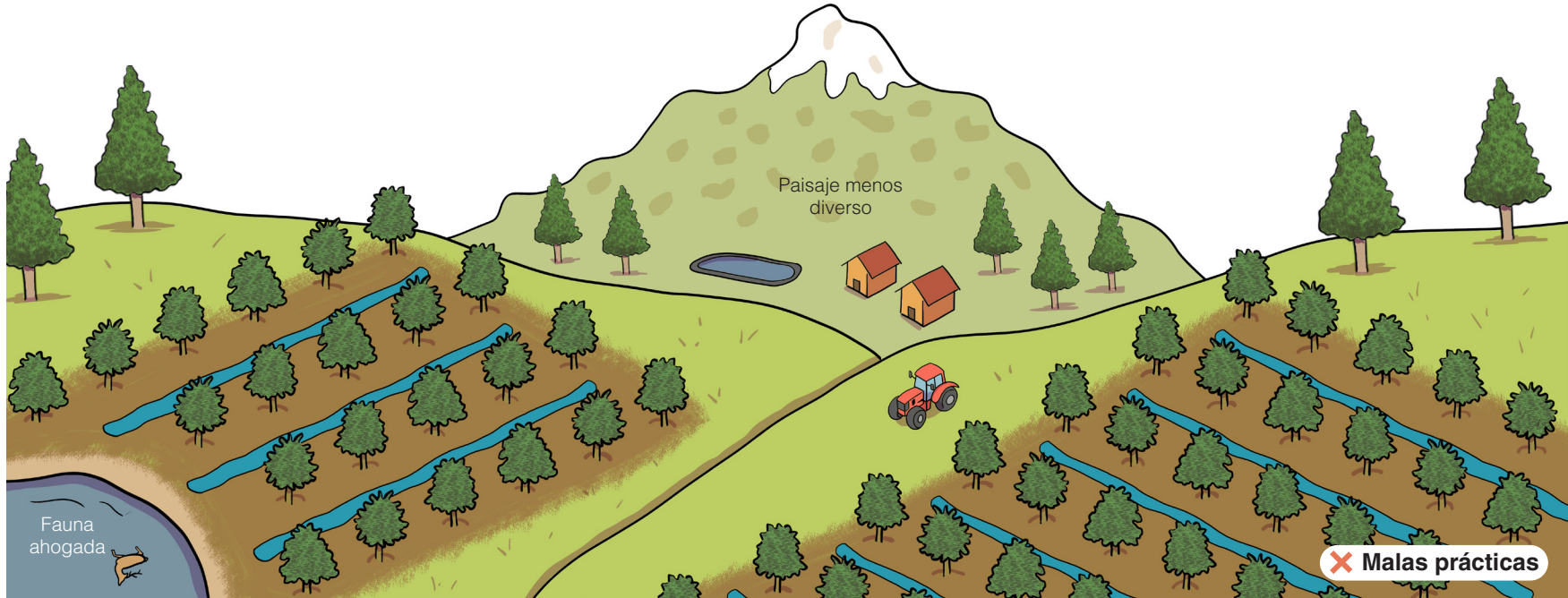
- A. Pérdida de biodiversidad, ya que en los bosques se encuentra albergada una gran diversidad de especies.
- B. Degradación del suelo, ya que el suelo se erosiona y agota rápidamente, por la ausencia de árboles que lo retengan.

C. Disminuye la infiltración de agua de calidad a los acuíferos, debido a que los bosques funcionan como purificadores naturales de agua. Sin la protección del follaje y las raíces, es más difícil que se infiltre el agua en el suelo.

D. Los dos factores que mayormente inciden, en el incendio de las masas forestales en muchos países, son la tala sostenida de bosques y el empleo del fuego para la habilitación de terrenos cultivables.

E. La degradación del valor estético del paisaje disminuye el bienestar de las personas que lo habitan, visitan o trabajan.

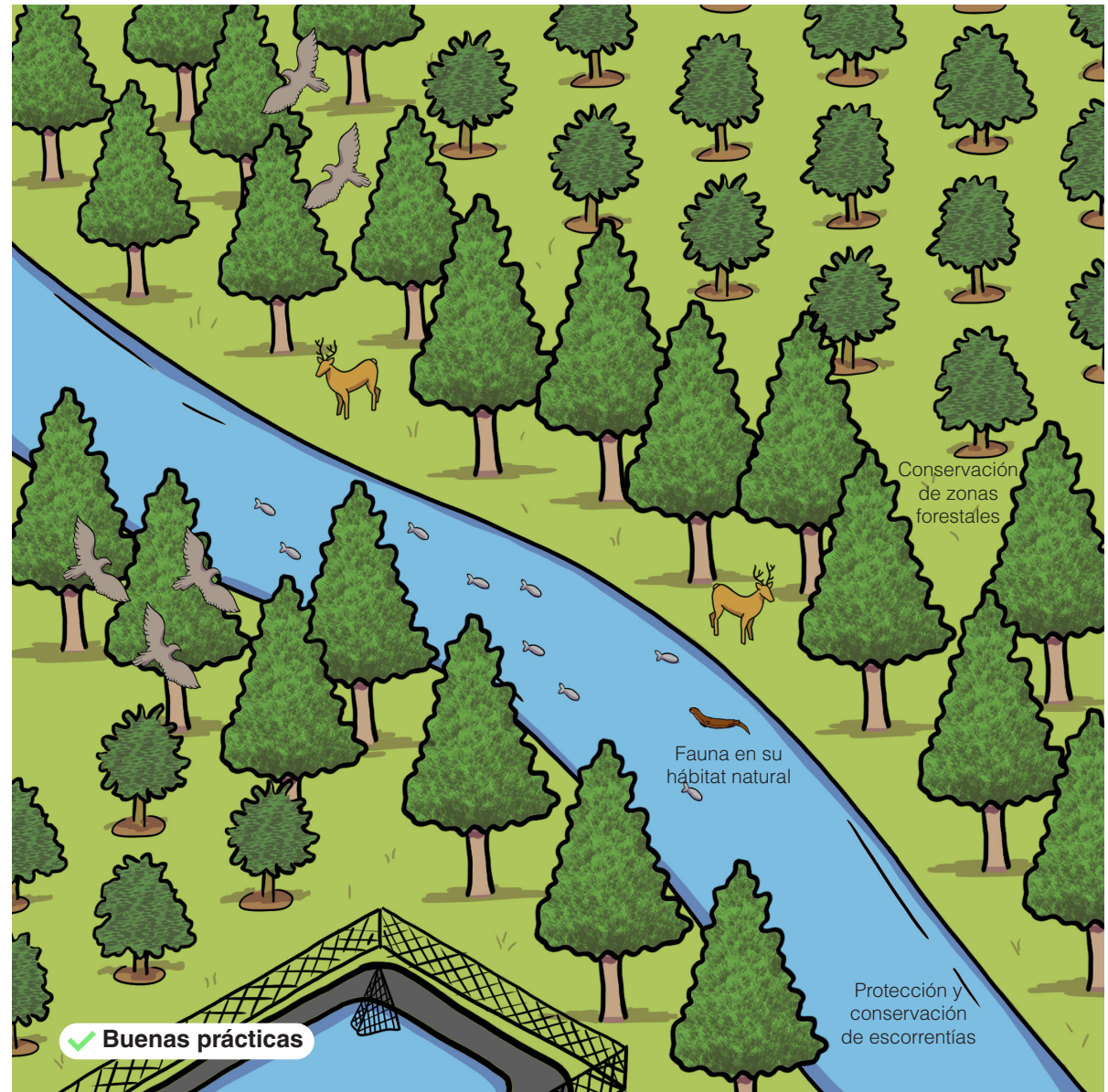
F. La modificación del paisaje no solamente afecta a los turistas, personas que practican actividades recreativas y pobladores, sino también a los productores mismos, quienes generan estos impactos. Estos últimos necesitan de buenas condiciones climáticas para mejorar su rendimiento productivo (Power, 2010), las cuales están reguladas por las características ambientales de la zona, como la cubierta forestal.



Método de aplicación

- 1. Revisar el programa de ordenamiento regional:** El Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Tapalpa (POTR) tiene dos funciones principales: **1)** indicar si la actividad está permitida en la zona, parcela o terreno; y **2)** en caso de que la actividad esté permitida, dar indicaciones sobre cómo llevarla a cabo, asegurando un uso adecuado de los recursos naturales. En la sección “Programa de Ordenamiento ecológico de la Región de Tapalpa” se presenta un ejemplo de la revisión del documento paso a paso, para determinar si la producción de aguacate está permitida en el terreno planeado.

El ordenamiento aborda el tema del paisaje, por la manera en la cual se delimitaron las unidades de gestión ambiental (UGAs), ya que considera que el territorio debe ser diverso. Se deberá cumplir con las estrategias y criterios ambientales, correspondientes a la UGA en la que se encuentra la parcela, para ayudar a conservar la diversidad del paisaje y su estética. Por ejemplo, la estrategia Ag8c promueve el uso de especies de árboles endémicos, en los linderos de las parcelas o en bordes de caminos.





El POTR ayuda a solucionar dudas sobre la ubicación de nuevas parcelas de aguacate e informa sobre el uso responsable de los recursos naturales en parcelas que ya están establecidas.



El POTR considera una zona de política de preservación a cada lado de escorrentías y cuerpos de agua de la región, que son áreas de política de protección. Las actividades productivas que se lleven a cabo cerca de estas zonas deben acatar los lineamientos, estrategias y criterios establecidos en el POET. Municipio de Tapalpa.

Las actividades de producción de aguacate que colinden o estén cerca de corrientes y cuerpos de agua, deben respetar las zonas marcadas en el POTR, además de acatar las estrategias, criterios y lineamientos que le corresponden; ya que el POTR establece a las escorrentías y cuerpos de agua, como áreas de protección.

- 2. Instalar cercos vivos:** Implementar cercos vivos, con especies endémicas arbóreas, en los linderos de las parcelas. Se sugieren las especies cedro blanco (*Cupresus lusitanica*) y pino (*Pinus douglasiana*), ambas maderables; y tres especies no maderables: tejocote (*Crataegus mexicana*), lechuguilla (*Agave maximiliana*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Colocar las especies maderables (pino y cedro blanco) intercaladas a una distancia de 5 metros entre sí, a 25 centímetros de distancia de la cerca perimetral, para evitar que el alambre se incruste en los troncos. De esta forma, si se quiere aprovechar la madera, no tendrán marcas o imperfecciones. En el punto medio de las especies maderables, poner un ejemplar de tejocote y, entre el tejocote y las dos especies

maderables, colocar una lechuguilla. Debajo de cada pino y cedro poner dos ejemplares de botón de oro. Esto tiene dos objetivos: **1)** proveer madera para aprovecharla comercialmente; y **2)** atraer polinizadores. Se puede apreciar, lo que se describe, en el esquema de abajo.

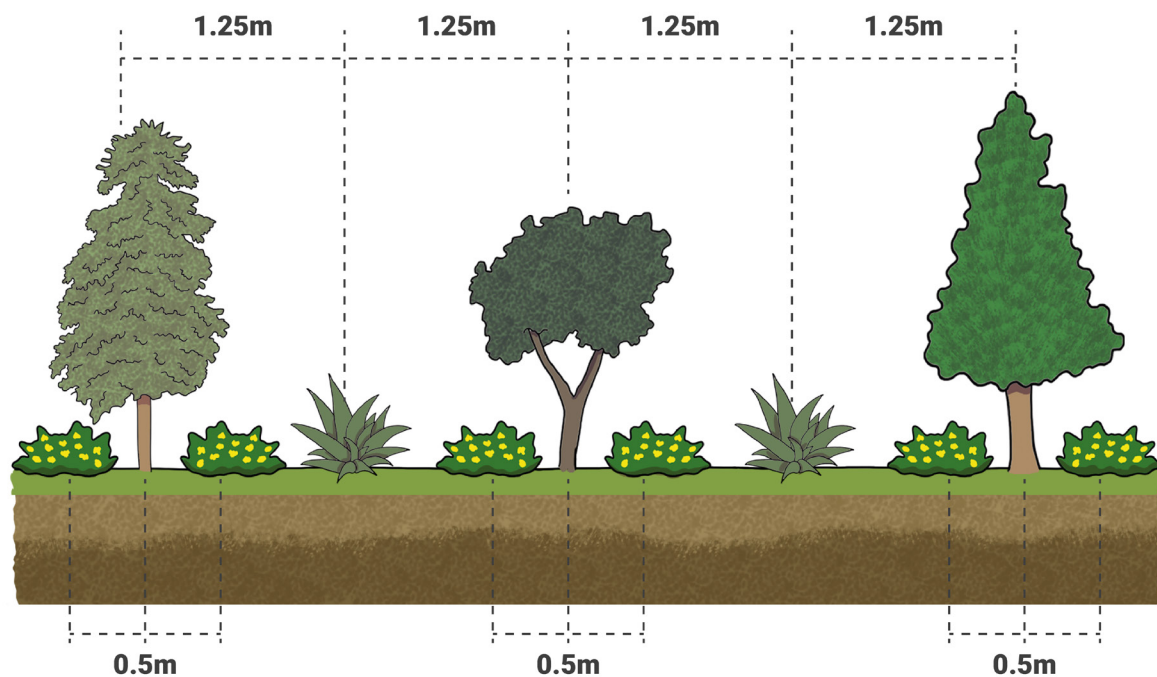
Las especies de plantas para atraer polinizadores que se recomiendan son: tejocote (*Crataegus mexicana*), tepame (*Acacia pennatula*), guamú-

chil (*Phitecellobium dulce*), cacahuanance (*Gliricidia sepium*), y mezquite (*Prosopis laevigata*). Un arreglo posible es disponer de árboles de mezquite y guamúchil intercalados, a 25 metros el uno del otro, y cacahuanance en el espacio entre ellos.

3. Apoyar en los esfuerzos de zonas de restauración: Unir esfuerzos con los gobiernos municipales o las juntas de medio ambiente intermunicipales, para restaurar las áreas identificadas

en el POTR. Estas áreas deberán tener algún grado de degradación (p. ej., ser sitios erosionados o deforestados). Las labores se deben llevar a cabo, de acuerdo a un plan de restauración para la zona, que permita llevar un seguimiento de las labores y de las metas y objetivos alcanzados.

- a. **Objetivos:** Definir las metas que se quieran alcanzar por las labores de restauración. Algunos objetivos recomendados son: “Reforestar el área con especies locales y asegurar el 80% de sobrevivencia,” “Revertir la erosión y mejorar las condiciones del suelo” o “Aumentar el número y diversidad de especies animales y vegetales de la zona.”
- b. **Inventario de flora y fauna:** Monitorear y realizar un inventario de las especies que se observan en la parcela y la región. Para esto, se recomienda la capacitación de personal, para identificar especies, y la colocación de cámaras trampa en sitios estratégicos. Los datos deberán registrarse en la plataforma Naturalista.
- c. **Seleccionar las especies vegetales:** Escoger especies de la región, adaptadas a las condiciones climáticas, que requieran mínimos cuidados y, ade-



Distribución espacial del modelo SAF3. Fuente: Implementación de metodologías para la identificación de oportunidades de restauración productiva en el Paisaje Sierra de Tapalpa, Jalisco, México.

más, cumplan una función en el sistema, como atraer polinizadores, repeler plagas o servir de sitios de anidación de aves.

d. Coordinación con gobiernos locales y juntas intermunicipales:

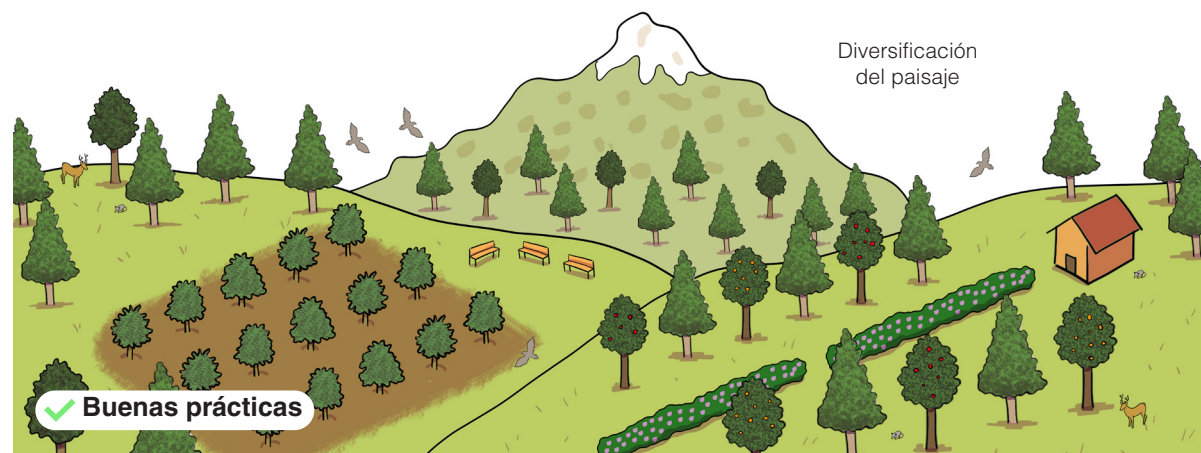
Unir esfuerzos con las estructuras de gobernanza de la región, para la implementación del plan. Las direcciones de ecología y cultura municipales, y las juntas intermunicipales pueden ayudar a acotar los objetivos del plan, a las necesidades particulares de cada municipio.

e. Realizar seguimiento: Hacer visitas de seguimiento al área, para registrar el avance de las obras y el cumplimiento de los objetivos. Se recomienda un seguimiento de, por lo menos, un año después de las labores de restauración.

f. Involucrar a la población: Se recomienda que, para las labores de restauración, se convoque a la población de la región. Esto tiene dos objetivos: **1)** informarles sobre las características del entorno y capacitarlos para realizar labores de restauración; e **2)** involucrar a la población en las acciones de seguimiento de las obras.

g. Difusión de servicios ecosistémicos culturales: Elaborar material de difusión sobre las obras de restauración. Este material puede ser fotografías, ilustraciones o infográficos, que indiquen el lugar y el tipo de obras que

se llevan a cabo para restaurar la región. Se recomienda que sea elaborado en colaboración con actores y artistas locales, y debe ser expuesto en un lugar público.



Beneficios para la biodiversidad

- Los bosques amortiguan las lluvias, evitan la erosión y la pérdida de nutrientes del suelo; contribuyendo así, a la sostenibilidad de la agricultura.
- Provisión de madera, leña, forraje para ganado, plantas comestibles, cultivos comerciales y plantas medicinales, para las comunidades locales.
- Mantenimiento de la biodiversidad de los ecosistemas forestales.
- Mantenimiento del servicio ecosistémico de atractivo visual de la región.
- Al implementar cercos vivos, se promueve el crecimiento de las poblaciones de polinizadores.
- Conservación de los servicios ecosistémicos culturales de la región.
- Conservación de la biodiversidad de la región, al promover un paisaje variado.
- Generación de sentido de pertenencia en la población de la región.
- Generación de conocimiento sobre el Paisaje de la Región Tapalpa.

Conservación y aumento de la población de polinizadores

Objetivo

Establecer acciones encaminadas a preservar e incrementar la presencia de polinizadores en el cultivo de aguacate.

¿A quién va dirigida esta buena práctica?

- Productores de aguacate
- Técnicos de campo

Para más información

- Diagnóstico. Situación actual de los polinizadores en México (Agricultura et al., 2021).
- Entre flores y abejas, apicultura mexicana.
- Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores (Encusp).
- Guía de Evaluación de Riesgos de Plaguicidas para las Abejas (EPA, 2014)
- Insectos polinizadores del aguacate (Persea americana Mill.) cv. Hass en Colombia.
- Módulo Técnico 3: Conservación de los Recursos Naturales (Rainforest Alliance, 2017)
- Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas.
- *The importance of bees and other pollinators for food and agriculture* (FAO, 2020).



Pendiente

Problemática

Los polinizadores son animales que se alimentan del néctar de las flores y, durante sus visitas, transportan accidentalmente polen de una flor a otra, permitiendo que las plantas produzcan frutos. Entre los tipos de polinizadores se encuentran las abejas, abejorros, mariposas, colibríes, murciélagos nectarívoros, entre otros. En el caso del cultivo de aguacate, este no depende de una sola especie, sino de la diversidad y abundancia de los insectos que sus flores atraen, de manera natural. Sin el servicio de polinización, muchas especies y procesos interconectados no sobreviven o dejan de funcionar (Gordón, Atlántico y Ornos, 2002). Sin embargo, la población de polinizadores (especialmente de abejas y mariposas) ha disminuido de manera preocupante, debido a:

- A. Prácticas agrícolas intensivas, cambios en el uso de la tierra y uso de plaguicidas (incluidos los insecticidas neonicotinoides).
- B. El uso descontrolado de agroquímicos modifica la riqueza y composición de los recursos florales, produciendo efectos directos en los polinizadores, a través de intoxicaciones que pueden tener efectos letales o subletales, alterando los comportamientos de los polinizadores como la resistencia a enfermedades y la reproducción (Martin Culma & Arenas Suárez, 2018).



- C. Se estima que el valor económico del polinizador, para el cultivo de aguacate, es del 65% del valor neto del cultivo. Esto sugiere que la pérdida de polinizadores puede afectar gravemente la producción y el ingreso económico que se obtiene de este cultivo (Agricultura *et al.*, 2021).

Grado de afectación a flora y fauna



Mamíferos



Reptiles



Anfibios



Aves



Insectos



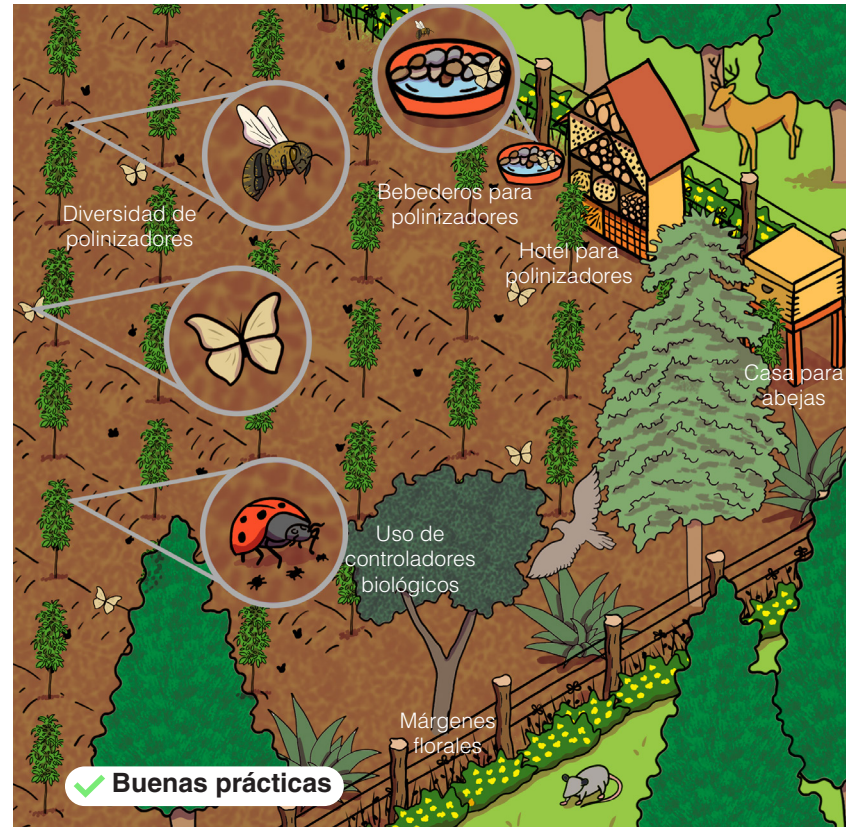
Flora

Método de aplicación

Plan de conservación de polinizadores:

Los polinizadores son esenciales para la producción de aguacate. Por ello, se debe elaborar un plan para conservar e incrementar su presencia en el cultivo. En este, se deben considerar, al menos, los siguientes aspectos:

- 1. Sustituir el uso de neonicotinoides:** Estos incluyen productos con fórmulas a base de Clothianidín, Imidacloprid y Thiamethoxam, Phenylpyrazole y Fipronil. Estas sustancias afectan significativamente a las poblaciones de abejas, aves y otros polinizadores.
- 2. Uso de abonos y controladores biológicos en el cultivo:** Para reducir el riesgo y afectación a polinizadores, por el uso de plaguicidas, asegurarse de seleccionarlos y usarlos de manera correcta. Se recomienda el uso de abonos orgánicos y controles biológicos, para sustituir el uso de agroquímicos, que puedan amenazar las poblaciones de polinizadores. Para más información, revisar la ficha “Manejo integral de plagas” que se encuentra en este manual.
- 3. Realizar un estudio con ayuda de un entomólogo:** Para identificar la presencia de polinizadores y otros in-



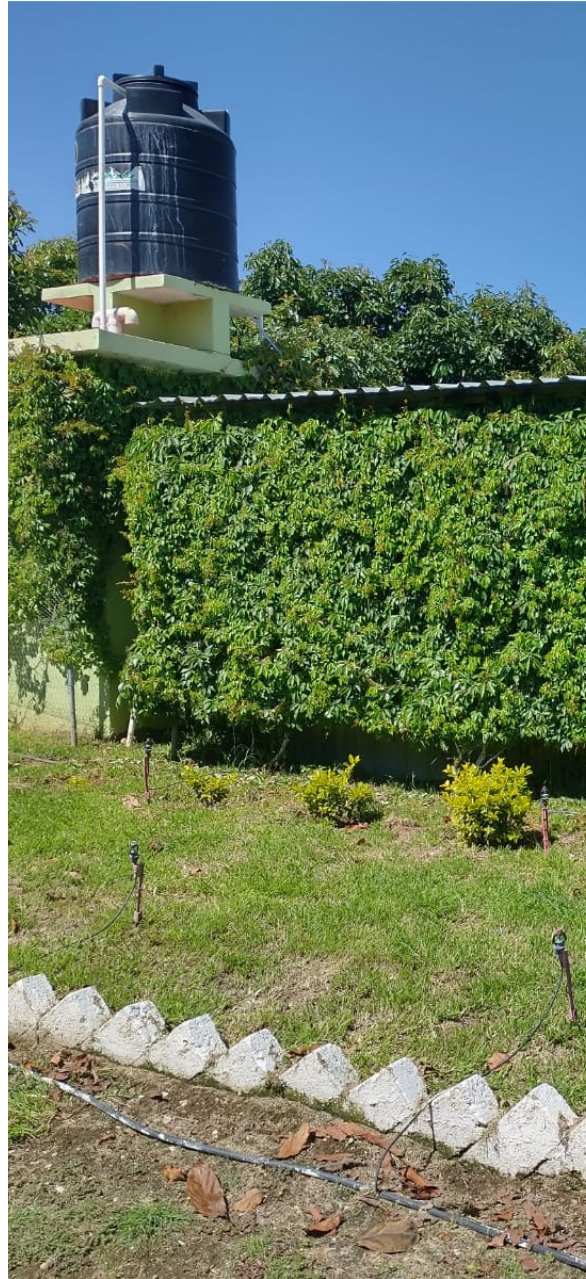
sectos benéficos, que hay en el predio. Así, se pueden determinar los tipos de flores o plantas hospedadoras, que se puedan colocar para promover o incrementar su presencia en el cultivo. Tomar en cuenta que la presencia y variedad de polinizadores dependen de las prácticas empleadas por cada agricultor (p. ej., uso de agroquímicos, poca presencia de plantas nativas, etc.). Estudios señalan que, en Méxi-

co y Centroamérica, los polinizadores que más visitan las flores de aguacate son abejas con y sin aguijón (*Apidae* y *Meliponinae*, respectivamente); avispas, en particular la avispa mexicana de la miel (*Brachygastra mellifica*); moscas, escarabajos, e incluso murciélagos (Angel 1984; Crane 1992; Free y Williams 1976; Papademetriou 1976; Roubik 1995; Ish -Am *et al.*, 1999; de la Peña-Alonso *et al.*, 2018).

4. Plantar flores nativas de la región:

Instalar franjas alrededor del cultivo, con plantas nativas, para promover la presencia de polinizadores y otros animales silvestres en el predio. Algunas especies recomendadas para la región son: botón de oro (*Tithonia diversifolia*), tejocote (*Crataegus mexicana*) y tepame (*Acacia pennatula*) para zonas templadas; cacahuananche (*Gliricidia sepium*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*) y mezquite (*Prosopis laevigata*) en climas más cálidos. Cada tipo de polinizadores tiene preferencias, en cuanto a la forma y color de las flores se refiere. Por ejemplo:

- a. **Abejas:** Flores blancas, amarillas y azules.
- b. **Aves:** Prefieren el tono rojo, anaranjado y blanco; y los colores llamativos y brillantes, incluyendo el rojo, amarillo y morado.
- c. **Mariposas:** Flores planas y abiertas, con grandes pétalos para posarse fácilmente, y tubos de néctar cortos.
- d. **Colibríes:** Las flores tubulares con forma de trompeta, como la madre-selva, son las favoritas de los colibríes, quienes con sus picos largos logran alcanzar el néctar, que está fuera del alcance de otras aves e insectos.



Muro verde multipropósito



Asignación de áreas de conservación de fauna y flora

5. Aplicación de agroquímicos: La aplicación de cualquier tipo de control químico debe realizarse en horas tempranas de la noche, cuando la actividad de los insectos disminuye. Los polinizadores suelen ser más activos en las horas medias del día, cuando la calidez del sol estimula la producción de néctar en las flores.

a. Cuidar que no haya viento: Esto es para garantizar que el producto se aplica directamente a la planta y no se disperse. Evitar que los insecticidas rociados por aspersion lleguen a los hábitats centrales de los polinizadores (ecosistemas naturales y malezas florecientes), mediante el establecimiento de zonas de no aplicación y barreras vegetativas.

b. No rociar productos cuando las flores de la planta estén abiertas: En el interior puede haber polinizadores descansando, o se puede contaminar el néctar de las flores.

c. En la floración: No utilizar productos con etiquetas que digan “extremadamente tóxico”, “altamente tóxico” o con una “toxicidad residual extendida” (EPA, 2014).



Apis mellifera es el principal insecto polinizador de la planta de aguacate debido a su abundancia y a la gran cantidad de polen que transporta. Fuente: https://www.freepik.es/fotos-premium/abeja-europea-apis-mellifera-flor-aguacate-polinizadora-persea-americana_5849677.htm

6. Colmenas dentro del predio: Para la colocación de colmenas en un predio, deben tomarse algunas consideraciones. Se recomiendan, como mínimo, las siguientes:

a. Las colmenas de abejas deberán colocarse, preferentemente, en una esquina del predio, a una altura de 1.5 metros del piso, donde haya menos tránsito de personas, para evitar molestarlas y prevenir picaduras. La cantidad de colmenas recomenda-

das por predio es de una colmena por hectárea.

b. Un apicultor deberá estar a cargo del monitoreo de las colmenas.

c. La revisión de las colmenas debe realizarse de manera mensual (estado general de las colmenas, población, enjambrazón, reservas y ovipostura de la reina), para atender cualquier eventualidad que se presente y mantenerlas siempre vigorosas, para obtener una buena polinización.

d. Las colmenas deberán estar cubiertas durante la aplicación de cualquier sustancia. Esto incluye repelentes, insecticidas, foliares, etc.

7. **Instalar bebederos y comederos para polinizadores:** Asignar un espacio dentro del predio, en el cual se puedan colocar recipientes con agua poco profunda, para las abejas, mariposas y aves. Estos deberán estar ubicados en áreas de poca afluencia y lejos del suelo. En caso de aplicación de foliares, repelentes o insecticidas, procurar no hacerlo cerca de los contenedores de alimento o bebederos; de hacerlo así, se deberá hacer el cambio inmediato del agua.

8. **Contar con casas para polinizadores:** Contar con estos espacios, dentro del cultivo, para incrementar la presencia de abejas y otros polinizadores. Además de aumentar la variedad de plantas nativas, se pueden colocar espacios artificiales, que funcionen como refugio para los polinizadores; algunos ejemplos son las cajas para mariposas, casas para aves o cajas para insectos. En adición, deben situarse en partes del predio, donde haya flores a una altura mayor a 1.5 metros y con orientación al sur, para que tengan más horas de sol disponibles.



Ejemplo de refugio para polinizadores. Fuente: El mundo ecológico, 2021. Disponible en <https://www.elmundoecologico.es/medio-ambiente/hotel-de-insectos-manzanas/>



Hotel de insectos del Museu Blau, Barcelona. Fuente: Mireia Querol Rovira. Disponible en: <https://www.biologueando.com/como-hacer-un-hotel-de-insectos/>.

Beneficios para la biodiversidad

- Una de las principales ventajas de conservar a los polinizadores es que se mantienen la propagación y producción de cultivos como el aguacate, que son usados directamente para el consumo humano. (México, SADER & SEMADET, 2021).
- La presencia de polinizadores permite tener un mayor rendimiento y calidad del fruto.
- Acelerar la madurez e incrementar el peso, la forma, el diámetro y el ancho de la fruta.

Plan de manejo del fuego

Objetivo

Prevenir incendios forestales, ocasionados por las labores agrícolas que usan el fuego. Se presentan las disposiciones generales de la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, para elaborar un plan de manejo del fuego, y se describen, de manera detallada, los métodos de quema que se deben seguir, de acuerdo a la ubicación y características del predio. Se recalca la importancia de que las quemas prescritas y controladas sean realizadas por personal con experiencia y conocimiento en el manejo de fuego.

¿A quién va dirigida esta buena práctica?

- Productores de aguacate
- Técnicos de campo

Para más información

- NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007
- Plan Estatal de Manejo del Fuego en el Estado de Jalisco
- Plan de Manejo del Fuego para el Estado de Jalisco. Términos de referencia
- Programa de Manejo de Fuego del paisaje Sierra de Tapalpa. Rainforest Alliance México
- Manual de prevención física de incendios forestales



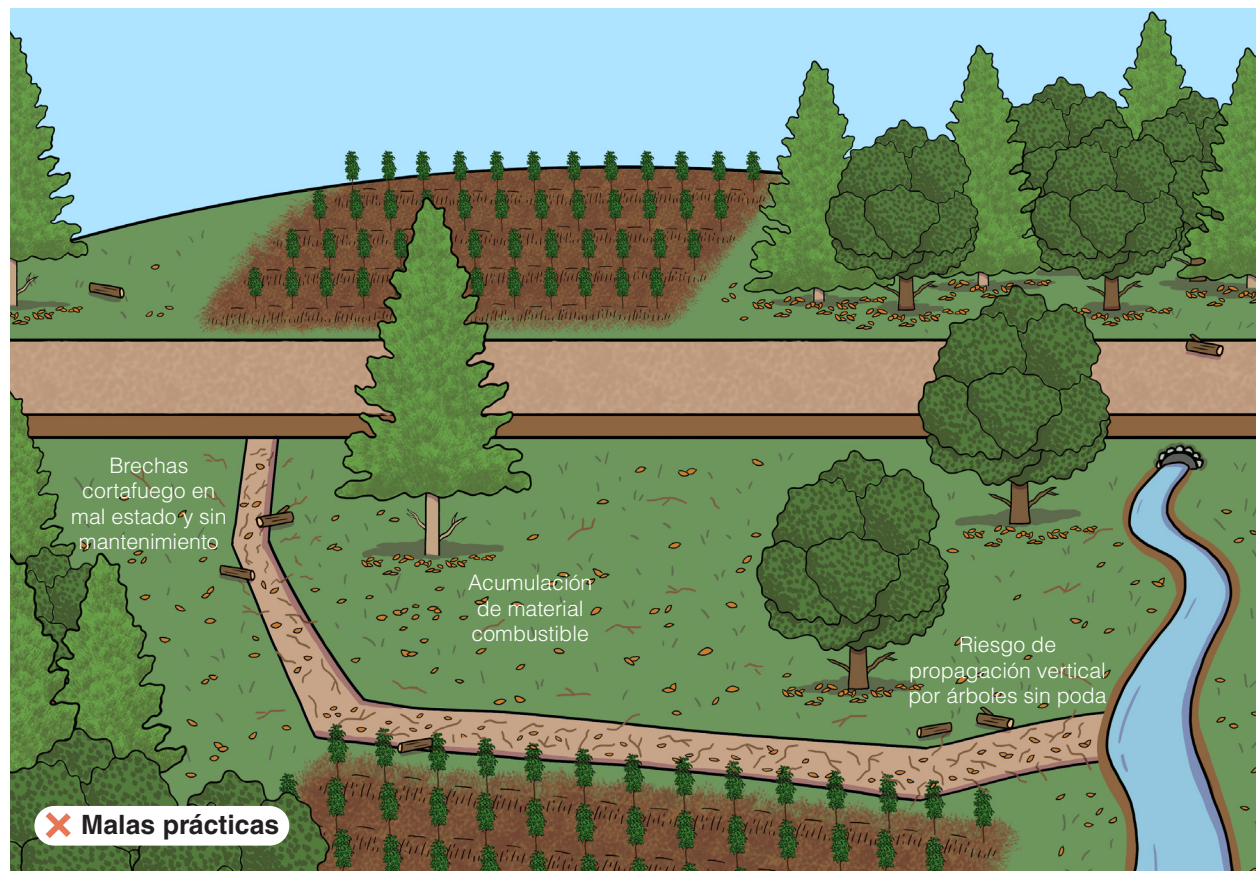
El mantenimiento de las brechas cortafuego debe realizarse una vez al año, antes del inicio de la temporada de incendios. Foto tomada en el municipio de Tapalpa.

Problemática

En Jalisco ha habido un incremento en la frecuencia e intensidad de los incendios forestales; de 1998 a 2012, el promedio anual reportado fue de 525 incendios. Sin embargo, esta cifra aumentó a 671 en el periodo de 2013 a 2021 (CONAFOR, 2022). En el Estado, el 44% de los incendios son causados por el uso de fuego, relacionado a la quema agropecuaria. El tipo de vegetación más afectado son los pastizales, seguido de las áreas forestales (Aipromades, 2020).

Un incendio puede provocar afectaciones directas e indirectas, a plantas y animales que habitan dentro y fuera de un ecosistema. Algunas de las afectaciones derivadas de los incendios son:

- A. Reducción de la cobertura vegetal y, por lo tanto, exposición del suelo a la erosión.
- B. Vulnerabilidad de las plantas ante las plagas, y afectación de zonas de anidamientos y refugio de la fauna.
- C. Alteración de la calidad del agua por el arrastre de cenizas y tierra.
- D. Afectación a la capacidad de retención e infiltración del agua al subsuelo.
- E. Disminución de la disponibilidad de alimento para la fauna silvestre y forraje para el ganado.



- F. Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que contribuyen al cambio climático, y material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), que afecta a la salud humana (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).

Grado de afectación a flora y fauna



Mamíferos



Reptiles



Anfibios



Aves



Insectos



Flora

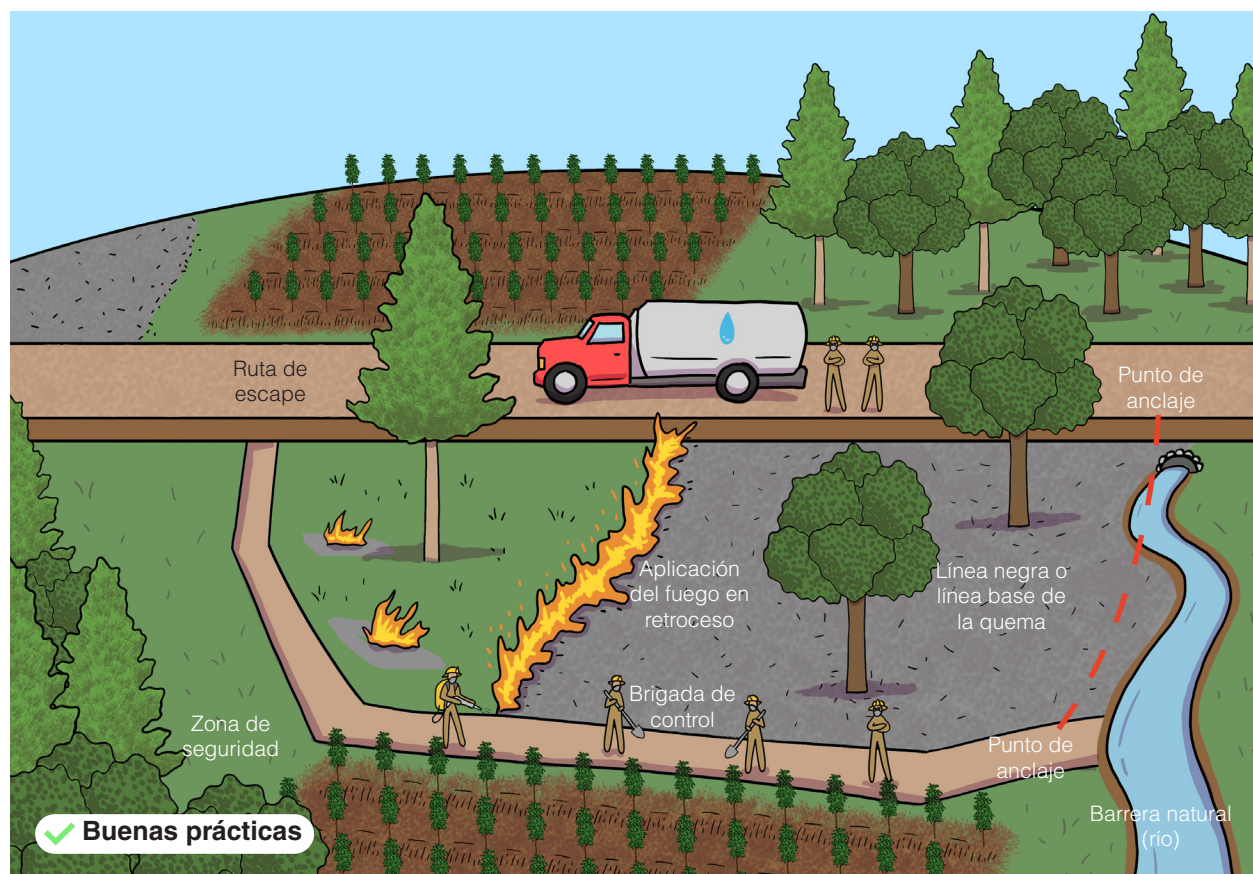
Método de aplicación

1. Elaborar un plan de manejo de fuego:

Con ayuda de un experto, formular un plan para el manejo de fuego, que incluya la prevención, combate y control de los incendios forestales; la aplicación de métodos de quemas; y la capacitación y entrenamiento del personal encargado del manejo del fuego, acorde al Programa Estatal de Manejo del Fuego en el Estado de Jalisco. Debe describir las acciones para la prevención física, cultural y legal, así como el manejo de combustibles que se implementará, y detallar la periodicidad con la que se llevarán a cabo y los recursos humanos y materiales destinados. Entre las indicaciones generales, establecidas en la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, se encuentran:

a. Optar por alternativas: Considerar otras técnicas para la preparación del terreno y control de plagas, que eviten el uso de fuego (p. ej., control biológico de plagas, incorporar los residuos de cultivos anteriores como abono para el nuevo cultivo).

b. Conocimiento y experiencia: Estar capacitado para manejar el fuego, según la topografía, los combustibles y el tiempo atmosférico.



Esquema de una quema prescrita. Fuente: Adaptado de anexo técnico de la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007.

c. Construir brechas cortafuego: Estas obras sirven de barrera artificial y ayudan al control del fuego, ya que interrumpen la disponibilidad de material combustible de manera horizontal. Construir dos brechas cortafuego o líneas negras: una al interior y otra al exterior; ambas siguiendo el perímetro del terreno. Algunas de las consideraciones para instalar las brechas cortafuego son las siguientes:

- i. Tener un mínimo de 3 metros de ancho.
- ii. Remover el material como hojas, ramas y troncos, hasta el suelo mineral.
- iii. Cuando se construyan brechas en terrenos con pendientes mayores a 25%, se deberán construir a un costado de la brecha desagües o canaletas, de al menos 1 metro de ancho por 40 cm de profundidad, para evitar erosión y cárcavas.
- iv. Será necesario dar mantenimiento constante a las brechas ya construidas, para que no acumulen material combustible. Esto deberá hacerse a principios de año, debido a que tiene que estar hecha esta labor previo al periodo de estiaje.



Brecha cortafuego en los linderos de un terreno forestal. Municipio de Tapalpa.

d. Periodo de quemas: Consultar y respetar los periodos establecidos por la SADER, en los que el uso del fuego en terrenos agropecuarios debe restringirse, de acuerdo con el riesgo. En el caso de Jalisco, la época con mayor riesgo de ocurrencia de incendios es durante los meses de marzo y abril.

e. Notificar a las autoridades: Las personas que pretendan hacer uso del fuego, con excepción de fogatas, deben presentar un Aviso de Uso del Fuego, en el formato establecido en el Anexo 1 de la NOM-015-SEMAR-NAT/SAGARPA-2007, a la autoridad municipal, con copia a la autoridad agraria correspondiente, con mínimo quince días naturales de anticipación a la fecha de quema.

2. Quema prescrita y/o controlada:

Estas quemas eliminan el material combustible vegetal, para disminuir la probabilidad o la intensidad de un incendio. Son trabajos altamente técnicos, que requieren de conocimiento del comportamiento del fuego, sus efectos y técnicas de combate, y deberán realizarse cuando las condiciones del sitio las requieran, como en terrenos muy grandes y con zonas forestales aisladas. Las acciones propuestas se basan en lo establecido en la NOM-015-SE-MARNAT/SAGARPA-2007, y deben ser supervisadas por un técnico con conocimiento básico en incendios forestales o manejo del fuego.

a. Antes de la quema:

- i. Elaborar y presentar el Aviso con el Formato del Método de Quema Prescrita o Quema Controlada del Anexo 1 o 3, de la norma (NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007).
- ii. El Formato debe llenarse por personal técnico con conocimiento básico en incendios forestales o manejo del fuego.
- iii. Verificar que no existan incendios forestales en un radio de 10 km.

- iv. Delimitar el área a quemar con brechas cortafuego, líneas negras o barreras artificiales. Entre mayor sea la llama, mayor deberá de ser el ancho de las brechas cortafuego.
- v. Distribuir, picar, apilar y/o extraer los materiales combustibles existentes, para mantener el control del fuego dentro del área designada.
- vi. Avisar a los vecinos del terreno previo a la quema. Se recomienda contar con un calendario de quemas en el municipio.
- vii. Contar con herramientas manuales, equipo menor, materiales y recursos humanos. El número de personas requeridas se establece, según la extensión del terreno en la norma. Por ejemplo, para una superficie entre 6 y 20 hectáreas, será necesario contar con, por lo menos, 10 a 20 personas adultas, con herramientas manuales y equipo menor suficiente, para mantener el fuego bajo control durante la actividad.
- viii. Asignar responsabilidades y funciones de los participantes, de acuerdo con lo señalado en la norma (p.

ej., jefe de quema, jefe de ignición, jefe de control y jefe de liquidación).

- ix. Determinar zonas de seguridad y rutas de escape.

b. Durante la quema:

- i. El mismo día en campo, el jefe de quema debe repasar con el personal la técnica de ignición seleccionada, así como dónde empezar la quema y hacia dónde proseguir.
- Considerar que la quema se extiende en la dirección del viento o pendiente, y en dirección opuesta y perpendicular a los mismos. La parte del fuego a favor del viento es la que se propaga más rápido y con mayor intensidad.
 - Que todo el personal conozca el objetivo de la quema, la organización, asignaciones y esquemas de radiocomunicación.
 - Revisar los procedimientos.
 - Verificar la capacitación del personal.
 - Revisar las condiciones del equipo y herramientas.
 - Repasar el plan de ignición.

- Repasar el plan de contingencia.
 - Repasar los procedimientos de liquidación.
- ii. Mientras se realizan las labores:
- Monitorear las condiciones meteorológicas, como la dirección y velocidad del viento, la época de quema y la técnica de ignición.
 - Se debe realizar, preferentemente, por las mañanas (entre las 6:00 y las 10:00 de la mañana) o por la noche (después de las 19:00 horas). No debe realizarse entre las 12:00 a las 17:00 horas. La velocidad del viento debe ser menor a 10 km/h y la humedad relativa mayor al 40%. Si lo anterior no se cumple, se debe posponer la quema.
 - En terrenos que estén a menos de 10 km de poblaciones o infraestructura sensible, se debe esperar a que la dirección del viento vaya en sentido contrario a dichas poblaciones, para evitar que el humo las afecte.
 - Mantener comunicación con los participantes en todo momento, asegurando que la quema esté bajo control.
- Vigilar la quema en todo momento, con la intención de mantener el fuego bajo control y asegurar una extinción total.
 - Los trabajos de liquidación deben realizarse de manera simultánea, desde el inicio de la quema y hasta después de su conclusión; a partir del perímetro y hasta mínimo 10 metros hacia dentro del área delimitada. Debe garantizarse que no haya emisión de humo ni materiales incandescentes o encendidos sobre dicha franja.
 - Asegurar la extinción total y que no haya reigniciones.
 - En caso de una quema fuera de control, utilizar los medios al alcance para controlarlo; en caso contrario, dar aviso a las autoridades competentes.
- c. **Después de la quema:**
- i. Evitar incendios forestales y dañar las propiedades vecinas.
 - ii. Asegurarse de que no haya habido accidentes personales.
 - iii. Verificar si se cumplieron los objetivos establecidos en el Formato del Método de Quema Controlada.

Beneficios para la biodiversidad

- Minimizar los impactos negativos del fuego (p. ej., muerte de plantas y animales, erosión del suelo, deforestación, emisiones y menor retención del agua e infiltración a los acuíferos).
- Maximizar los impactos positivos del fuego (p. ej., regeneración, germinación de semillas de ciertas especies, reciclaje de materia orgánica, forraje para pastoreo no excesivo) (Aipromades, 2020).
- Reducción del costo económico al anticipar posibles daños, gracias al Plan de manejo de fuego.

Para más información

Título	Link
Cartilla 5. Prácticas agrícolas de conservación de suelos	https://docplayer.es/77550035-Cartilla-5-practicas-agricolas-de-conservacion-de-suelos.html
Como hacer un compost o composta (AGRICULTURA ORGÁNICA)	https://www.youtube.com/watch?v=JcRwcZaO7Rc
Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México	https://www.centrogeo.org.mx/stories/archivos/users/hcotler/Cotler_y_Cuevas- Estrategias-de-conservacion-de-suelos-en-agroecosistemas-de-mexico.pdf
Protección, restauración y conservación suelos forestales	http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1310Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos%20.pdf
Manual de buenas prácticas para agricultura familiar (FAO, 2007)	https://www.fao.org/publications/card/es/c/3e3c2d98-7227-5753-9f78-f69b8b9a99b8/
Manual de Buenas Prácticas para la Conservación del suelo, la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos	https://www.researchgate.net/publication/271205520_Manual_de_Buenas_Practicas_para_la_Conservacion_del_suelo_la_Biodiversidad_y_sus_Servicios_Ecosistemicos
Taller de elaboración de lombricomposta- IBERO	https://ibero.mx/web/filesd/publicaciones/taller-de-lombricomposta.pdf
Calibración de la bomba de espalda para la dosis y mezcla de aspersión/volumen de agua	https://www.youtube.com/watch?v=qDFOyGmoD_k
Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos	https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Manual-de-elaboraci%C3%B3n-de-abonos-org%C3%A1nicos.pdf
Elaboración de una cama o mesa biológica	https://www.transparencia.gob.sv/institutions/marn/documents/403568/download#:~:text=La%20cama%20o%20mesa%20biol%C3%B3gica.diferentes%20tipos%20de%20cama%20biol%C3%B3gica.
Listas para la Gestión de Plaguicidas	https://www.rainforest-alliance.org/wp-content/uploads/2017/11/02_lists-pesticides-management_sp.pdf

Título	Link
Manual para el buen uso y manejo de plaguicidas en campo	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/452645/MANUAL_PARA_EL_BUEN_USO_Y_MANEJO_DE_PLAGUICIDAS_EN_CAMPO.pdf
Manual para la Aplicación de Fitosanitarios	http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/INFORMACION/GESTION%20AMBIENTAL/Manuales/6_Manual_Aplicadores.pdf
Producción de papa con Buenas Prácticas Agrícolas	https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia_papa_1.pdf
Agroquímicos amenazan abejas y cultivos	https://www.youtube.com/watch?v=x9MLR-du8NQ
Guía de Evaluación de Riesgos de Plaguicidas para las Abejas	https://espanol.epa.gov/sites/default/files/2017-12/documents/120517_guia_de_evaluacion_de_riesgos_de_plaguicidas_para_las_abejas_update.pdf
Guía para la creación de jardines polinizadores	https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD005286.pdf
Módulo 3: Conservación de los Recursos Naturales	https://www.rainforest-alliance.org/es/resource-item/technical-modules-module-3/
NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007	https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3331/1/nom-015-semarnat-sagarpa-2007.pdf
Plan Estatal de Manejo del Fuego en el Estado de Jalisco	https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/2018.%20PrimeraEtapaPlanManejoFuegoT1.pdf
Plan de Manejo del Fuego para el Estado de Jalisco. Términos de referencia	https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/259_terminos_de_referencia_pmf-jal.pdf
Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas	https://www.fao.org/3/I3604S/I3604s.pdf
Manual para la elaboración de insecticidas botánicos y repelentes naturales (Indesol, 2014).	http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Lombricultura%20y%20Abonos/Manual%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20insecticidas%20bot%C3%A1nicos%20y%20repelentes%20naturales.pdf
Manejo Integrado de Plagas (MIP)	https://www.aneberries.mx/wp-content/uploads/2017/06/MIP-BASF.pdf
Productividad responsable en el campo	https://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/35892/03878.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Título	Link
Manual de buenas prácticas de riego	http://awsassets.wwf.es/downloads/buenas_practicas_de_riego.pdf
Módulo 5: Manual de riego y drenaje	https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_5_Manual_de_Riego_y_Drenaje..pdf
Proyecto JALDA. Zanjas de infiltración	https://www.yumpu.com/es/document/read/17349478/proyecto-jalda-cartilla-6-zanjas-de-infiltracion-que
Cartillas para la conservación del suelo. Zanjas de infiltración	https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/zanjas-infiltracion.pdf
Minnesota Stormwater Manual. Stormwater infiltration	https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php?title=Stormwater_infiltration
Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Alternativas tecnológicas de tratamiento de aguas residuales para la recarga artificial de acuíferos	https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro38.pdf
Trámite CNA-01-004. Concesión de aprovechamiento de aguas subterráneas	http://www.conagua.gob.mx/conagua07/Contenido/Documentos/Triptico_CNA_01_004.pdf
Solicitud de concesión de aguas subterráneas	http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/SOLICITUD%20DE%20CONCESION%20DE%20AGUAS%20SUBTERRANEAS.pdf
Guía para la gestión de los residuos agrarios	https://fundacionglobalnature.org/wp-content/uploads/2021/07/Guia-Residuos-Agrarios.pdf
Guía de técnicas de gestión ambiental de residuos agrarios	https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/6584/Gu%20a_residuos_agrarios_ESP.pdf?sequence=1
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf
Ley de Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco	https://info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/leyes/ley_de_gestion_integral_de_los_residuos_del_estado_de_jalisco.pdf
Uso eficiente de los recursos en el paisajismo natural	https://www.seattle.gov/Documents/Departments/SPU/Paisajismonatural.pdf
Servicios ecosistémicos y biodiversidad	https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/

Título	Link
Manual básico: Prácticas de reforestación	http://www.conafor.gob.mx:8080/biblioteca/ver.aspx?articulo=391
Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Tapalpa	https://siga.jalisco.gob.mx/ordenamiento/archivos/Tapalpa/Tapalpa_ejecutivo.pdf
Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal	https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2011-017-Es.pdf
Wildlife escape ramps for livestock watering troughs	https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_041023.pdf
Wildlife-friendly troughs	https://acrcd.org/wp-content/uploads/2019/04/Fish-and-Wildlife-Escape-Ramp-Handout.pdf
Rampas de rescate para reducir el ahogamiento de fauna en reservorios de agua	https://www.youtube.com/watch?v=zLE7zr2RpF4
Lesson: Constructing wildlife ramps	https://www.youtube.com/watch?v=AfguOjzdKQk
Diagnóstico. Situación actual de los polinizadores en México	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/629650/Diagnostico_calidad_media.pdf
Entre flores y abejas, apicultura mexicana	https://www.gob.mx/agricultura/articulos/entre-flores-y-abejas-apicultura-mexicana
Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores ENCUSP	https://www.gob.mx/agricultura/documentos/estrategia-nacional-para-la-conservacion-y-uso-sustentable-de-los-polinizadores-encusp
Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES)	https://ipbes.net/sites/default/files/downloads/ldr_primer_es.pdf
Why bees matter. The importance of bees and other pollinators for food and agriculture	https://www.fao.org/3/i9527en/i9527en.pdf
Guía J: Fertilidad y Conservación del Suelo	https://www.rainforest-alliance.org/wp-content/uploads/2021/07/GUIA-J-Fertilidad-y-Conservacion-del-Suelo.pdf
Manual conservación de suelos	https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_3_Manual_Conservacion_de_Suelos..pdf
Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Aguacate	http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9896.pdf

Título	Link
Manual de aguacate: Buenas prácticas de cultivo, variedades Hass	http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-4259.pdf
Obras de conservación de suelos y agua en laderas	http://repiica.iica.int/docs/b3470e/b3470e.pdf
¿Cómo funcionan las camas biológicas?	https://www.youtube.com/watch?v=zhKyWU794NA
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	http://www.oikos.unam.mx/interaccion_planta_microbio_ambiente/tmp/REPORTE_TECNICO_FINAL_ET_APA2.pdf
Guía para realizar una mezcla de plaguicidas correctamente	https://www.croplifela.org/images/ES/PDF_ES/Guia_Mezclas_Plaguicidas_CLLA_1.pdf
Guía H: Manejo Integrado de Plagas (MIP)	https://www.rainforest-alliance.org/es/resource-item/guia-h-manejo-integrado-de-plagas/
Guía I: Poda	https://www.rainforest-alliance.org/es/resource-item/guia-i-poda/
Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México	https://www.rapam.org/wp-content/uploads/2017/09/Libro-Plaguicidas-Final-14-agst-2017sin-portada.pdf
Manejo integrado de plagas: una solución a la contaminación ambiental	http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-32932010000100010
Manejo Integrado de Plagas (MIP)	http://npic.orst.edu/pest/ipm.es.html
Manual de Identificación de las Principales Plagas del Aguacate en México	http://sinavef.senasica.gob.mx/CNRF/AreaDiagnostico/DocumentosReferencia/Documentos/ManualesGuias/Manuales/Manual%20de%20Identificaci%C3%B3n%20de%20las%20Principales%20Plagas%20del%20Aguacate%20V.1%202018%20Pub.pdf
Insectos polinizadores del aguacate (Persea americana Mill.) cv. Hass en Colombia	https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13146

Referencias

- BASF. (2012). Manejo Integrado de Plagas (MIP). BASF The Chemical Company.
- Bejarano, F. (2017). Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México. Texcoco: RAPAM.
- Briceño, G. (n.d.). Guía para realizar una mezcla de plaguicidas correctamente. CropLife.
- Briceño, M., Álvarez, F., & Barahona, U. (2012). Módulo 5: Manual de riego y drenaje. El Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua, "Cartilla 5: Prácticas agrícolas de conservación de suelos y agua," *Repositorio Gestión Integral del agua*. Bolivia. Consulta 25 de mayo de 2022, <https://repo.gestionintegralagua.bolivia.bo/items/show/247>.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2021). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación.
- Castro, C. J., Solanilla, R., Otero, W. A., Quintero, C., De la Rosa, A., y Moosbrugger, W. (1996). *Productividad responsable en el campo* (No. Doc. 27079) CO-BAC, Bogotá).
- Carabalí, A., Pinchao, S., Lamprea, I., Peña, J. F., & Carabalí, D. J. (2017). Insectos polinizadores del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en Colombia. Mosquera: Corpioca.
- CASAFE Camara. (2019, Noviembre 1). ¿Cómo funcionan las camas biológicas? Retrieved from Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=zhKyWU794NA>
- CECARA_UNLPam. (2020, Abril 8). Rampas de rescate para reducir ahogamientos de fauna en reservorios de agua. Retrieved from Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=zLE7zr2RpF4>
- CONAFOR. (2013). Manual básico: Prácticas de reforestación.
- CONAGUA. (n.d.). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Alternativas tecnológicas de tratamiento de aguas residuales para la recarga artificial de acuíferos. Ciudad de México: SEMARNAT.

CONAGUA. (n.d.). Solicitud de concesión de aguas subterráneas. CONAGUA.

Cotler, H., & Cuevas, M. L. (2017). Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México. Ciudad de México: Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P.

Dirección Zonal Agrorural Ayacucho. (2014). Cartillas para la conservación del suelo. Zanjas de infiltración. Lima: MINAGRI.

DW Documental. (2021, Noviembre 24). Agroquímicos amenazan abejas y cultivos | DW Documental. Retrieved from Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=x9MLR-du8NQ>

Egúsquiza, R. (2013). Manejo integrado de plagas y enfermedades para el cultivo de papa. Cusco: UNALM.

EPA. (2014). Guía de Evaluación de Riesgos de Plaguicidas para las Abejas. EPA.

FAO & OMS. (2014). Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas. Roma.

FAO. (2018). Why Bees Matter.

FAO. (n.d.). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. Retrieved from <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>

Fundación Global Nature & SIGFITO. (2021). Guía para la gestión de los residuos agrarios. Madrid: Fundación Global Nature.

Garbanzo, M. (2011). Manual de aguacate: Buenas prácticas de cultivo, variedades Hass. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Gavito, M. E., Astier, M., Martínez, J., Ayala, R., & Ramírez, E. (2012). 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. Morelia: UNAM.

Gerencia de Restauración Forestal. (2018). Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Zapopan: CONAFOR.

Gobierno de Jalisco. (n.d.). Ley de Gestión Integral de Residuos del Estado de Jalisco.

Gobierno de México. (n.d.). Diagnóstico. Situación actual de los polinizadores en México. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

(2019). Guía para Impartir el Taller Práctico: Elaboración de una Cama o Mesa Biológica. BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.

Huerto los epazotes. (2016, Diciembre 7). Como hacer un compost o composta(AGRICULTURA ORGÁNICA). Retrieved from Youtube:

<https://www.youtube.com/watch?v=JcRwcZaO7Rc>

Izquierdo, J., Rodríguez, M., & Durán, M. (2007). Manual de buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. FAO.

MAGAP. (2014). Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.

Martínez, N. (2010). Manejo integrado de plagas: una solución a la contaminación ambiental. Comunidad y Salud, 8(1).

Ministerio de Medio Ambiente y Agua & Viceministro de Recursos Hídricos y Riego. (n.d.). Cartilla 5: Prácticas agrícolas de conservación de suelos y agua. Sucre: Estado Plurinacional de Bolivia. Retrieved from

<https://docplayer.es/77550035-Cartilla-5-practic-as-agricolas-de-conservacion-de-suelos.html>

Minnesota Pollution Control Agency. (2020). Stormwater infiltration. Retrieved from Minnesota Stormwater Manual:

https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php?title=Stormwater_infiltration

Newton, A. C., & Tejedor, N. (2011). Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal. UICN.

NPIC. (2021). Manejo Integrado de Plagas (MIP). Retrieved from National Pesticide Information Center: <http://npic.orst.edu/pest/ipm.es.html>

NRCS. (2011). Wildlife-friendly troughs.

NRCS. (2012). Wildlife escape ramps for livestock watering troughs. Oregon: USDA.

ONU & FAO. (2018). Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES).
IPBES.

Proyecto JALDA. (n.d.). Zanjás de Infiltración. Sucre.

Rainforest Alliance. (2017). Lista de Plaguicidas Prohibidos y de Uso con Mitigación de Riesgo. Rainforest Alliance.

Rainforest Alliance. (2017). Módulo 3: Conservación de los Recursos Naturales. Rainforest Alliance.

Rainforest Alliance. (2021). Guía H: Manejo Integrado de Plagas.

Rainforest Alliance. (2021). Guía I: Poda.

Rainforest Alliance. (2021). Guía J: Fertilidad y Conservación del Suelo.

Raudes, M., & Sagastume, N. (2009). Manual Conservación de Suelos. El Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.

Red SICTA & Cooperación Suiza en América Central. (n.d.). Obras de conservación de suelos y agua en laderas. IICA.

Rikolto. (n.d.). Producción de papa con Buenas Prácticas Agrícolas. Guía técnica N° 4.

Rivero, M. (2012). Manual para la Aplicación de Fitosanitarios. Buenos Aires: SENASA.

Ruiz, M. (2011). Taller de elaboración de lombricomposta. DF: Universidad Iberoamericana.

SADER & SENASICA. (2019). Manual para el buen uso y manejo de plaguicidas en campo.

Seattle Public Utilities. (2007). Uso eficiente de los recursos en el paisajismo natural. Seattle.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019, Marzo 11). Entre flores y abejas, apicultura mexicana. Retrieved from <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/entre-flores-y-abejas-apicultura-mexicana>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021, Marzo 19). Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de los Polinizadores ENCUSP. Retrieved from <https://www.gob.mx/agricultura/documentos/estrategia-nacional-para-la-conservacion-y-uso-sustentable-de-los-polinizadores-encusp>

SEDEMA. (2020). Guía para la creación de jardines polinizadores. Ciudad de México: Gobierno de la Ciudad de México.

SEMADET. (2018). Plan Estatal de Manejo del Fuego en el Estado de Jalisco.

SEMADET. (2021). Programa de Ordenamiento Territorial de la Región Tapalpa. Guadalajara.

SEMARNAT. (2009). NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007. Diario Oficial de la Federación, 29-91.

SEMARNAT. (n.d.). Plan de Manejo del Fuego para el Estado de Jalisco. Términos de referencia.

Sociedad de Consultores en Manejo de Fuego. (2022). Programa de Manejo de Fuego del paisaje Sierra de Tapalpa. Tapalpa: Rainforest Alliance.

Solé, F., & Flotats, X. (n.d.). Guía de técnicas de gestión ambiental de residuos agrarios. Proyecto TRAMA.

Subdirección General de Administración del Agua. (n.d.). Trámite CNA-01-004. Concesión de aprovechamiento de aguas subterráneas.
CONAGUA.

Syngenta Group. (2019, Septiembre 4). Calibración de la bomba de espalda para la dosis y mezcla de aspersión/volumen de agua. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=qDFOyGmoD_k

Texas A&M Natural Resources Institute. (2019, Junio 12). Lesson: Constructing Wildlife Ramps. Retrieved from Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=AfguOjzdKQk>

Ureña, J. D. (2009). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Aguacate.

Vega, H. E., Martínez, R., & Acevedo, N. (2018). Manual de Identificación de las Principales Plagas del Aguacate en México. Tecámac: SENASICA.

WWF. (2009). Manual de buenas prácticas de riego. Madrid: WWF España.

Zaccagnini, M. E., Wilson, M., & Oszust, J. D. (2014). Manual de Buenas Prácticas para la Conservación del suelo, la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. PNUD. doi:DOI:10.13140/2.1.1820.7045



CONSERVATION
INTERNATIONAL



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

BHP | Foundation

ENLACE
AMBIENTAL



JIRA



JIDELAA



Medio Ambiente y
Desarrollo Territorial



Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO