

GUÍA DE RESTAURACIÓN

Conservación, uso y manejo sustentable del Cerro del Estropajo



Guía de restauración para la conservación, uso y manejo sustentable del Cerro del Estropajo

CRÉDITOS

Coordinación institucional

Sergio Alfredo Angón Rodríguez, City Adapt

Isabel García Coll, City Adapt

Leonel Zavaleta Lizárraga. Director ejecutivo. Fondo Golfo de México.

Alma E. Rodríguez Zamora. Administradora. Fondo Golfo de México.

Elisa Peresbarbosa Rojas. Directora ejecutiva. Pronatura Veracruz A.C.

Myriam A. García Álvarez. Directora de administración y finanzas. Pronatura Veracruz A.C.

Equipo técnico de Pronatura Veracruz A.C.

Citlalli Alhelí González Hernández, Coordinadora del proyecto³

Flor Gabriela Vázquez Corzas, Coordinación de monitoreo²

Diana Vázquez Balbuena, Especialista en monitoreo¹

Elio Guarionex Lagunes Díaz, Coordinación de ciencia de datos

Yumei Cabrera Carrasco, Especialista en educación ambiental

José Isidro Marín Mendoza, Especialista en SIG

Diego Alberto Ávila Ruiz, Especialista en diseño gráfico

Cita sugerida:

Vázquez -Balbuena, D., Vázquez-Corzas, F.G, y Gonzalez-Hernandez, C.A. (2021). Guía de restauración para la conservación, uso y manejo sustentable del Cerro del Estropajo. Proyecto City Adapt “Construcción de Resiliencia Climática en Sistemas Urbanos mediante la Adaptación basada en Ecosistemas AbE, en América Latina y el Caribe. ONU Medio Ambiente, Fondo Golfo de México, GEF. Xalapa, Veracruz, 128 p.

Correo de las autoras

dvazquez@pronaturaveracruz.org¹

fvazquez@pronaturaveracruz.org²

cgonzalez@pronaturaveracruz.org³

Agradecimientos

Se agradece a Sergio Angón Rodríguez e Isabel García Coll por su colaboración y apoyo para el desarrollo de este proyecto. A las mujeres y hombres propietarios/ posesionarios de tierras del Cerro del Estropajo, y sus familias, que nos brindaron sus hogares y su tiempo para el desarrollo de entrevistas, recorridos en sus predios y talleres para obtener información que nos fue de gran valor para el desarrollo de este proyecto.

La presente guía se elabora como parte del proyecto “Restauración del Cerro del Estropajo”; teniendo como marco el contrato firmado entre Pronatura Veracruz A.C. y ONU Medio Ambiente / Fondo Golfo de México AC (FGM), dentro del proyecto “Construcción de Resiliencia Climática en Sistemas Urbanos mediante la Adaptación basada en Ecosistemas AbE, en América Latina y El Caribe”.

Xalapa, Veracruz a 7 de mayo de 2021.

ÍNDICE

Introducción	4
Situación actual y amenazas identificadas	7
Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)	12
Medidas e indicadores	13
¿Donde aplicar las medidas?	20
Desarrollo de las medidas	24
Literatura citada	73
Anexo 1	76
Anexo 2	78

Introducción

El Cerro el Estropajo (CdE) se ubica en el municipio de Tlalnahuayocan y forma parte de los límites municipales con la ciudad de Xalapa, al oeste de la ciudad. La vegetación original de este sitio era el bosque mesófilo de montaña (BMM), también denominado bosque nublado; actualmente, se encuentran remanentes pequeños y perturbados de este tipo de bosque, así como zonas en proceso de regeneración natural de diferentes edades (vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña, comúnmente nombrados “acahuales”). Este ecosistema se encuentra entre los más amenazados a nivel mundial, en el caso de México representa menos del 1 % de la superficie nacional y contiene poco más del 10% de la flora del país¹. A nivel regional (cuenca Gavilanes y Pixquiac) se estima que el 64% de este tipo de bosque fue talado y convertido a otros tipos de uso de suelo: pastizales para ganado, cultivos, así como para uso habitacional². Este ecosistema ofrece una cantidad importante de servicios a favor del ser humano, entre los que destacan el mantenimiento del ciclo de nutrientes del suelo y su estabilización en zonas con pendientes pro-

nunciadas, la regulación de los caudales de agua, mediante la infiltración y almacenamiento en el subsuelo; captura y almacenamiento de carbono a través de la vegetación y su consiguiente influencia en el clima regional; control de plagas y enfermedades que atacan las cosechas agrícolas² entre otros.

El Cerro del Estropajo, representa un sitio de recarga de agua principalmente de tipo superficial, a la fecha se han mapeado cuatro afluentes de agua (manantiales) y cinco más en la zona de influencia directa; además, se reconoce que el 71% de su superficie tiene una alta capacidad de provisión superficial de agua y almacenamiento de carbono³. Dada su elevación (1,650 msnm) es sitio estratégico de la red de distribución de agua hacia la capital y su área metropolitana; en la cima del cerro se ubica un tanque de agua que se conecta con la red de distribución de la ciudad mediante un sistema de distribución por gravedad, este sistema provee de agua desde la colonia Plan de Ayala hasta la colonia 21 de marzo⁴. El cerro contribuye también a la seguridad alimentaria de las familias que trabajan sus tierras y de la gente de zonas aledañas que recolectan madera, leña, flores entre otros recursos. Es refugio y sustento

para especies de animales y plantas de la región y algunas especies migratorias o endémicas.

Este cerro se ubica dentro de las zonas conurbadas de Xalapa con mayor peligro ante fenómenos naturales, siendo los derrumbes y deslaves aquellos de mayor peligro. De acuerdo con el diagnóstico socioambiental y la caracterización realizados en este proyecto, varios factores acumulados originan o detonan esta vulnerabilidad, entre ellos: pendientes muy pronunciadas, la deforestación, la falta de mantenimiento en las líneas de conducción de agua que atraviesan el cerro, la continua extracción de recursos naturales y el cambio de uso de suelo (particularmente la lotificación para casa-habitación). En los últimos años se han presentado una serie de deslaves a lo largo del cerro, tanto en zonas descubiertas de vegetación, así como en zonas vegetadas con diferente grado de perturbación y/o erosión del suelo.

De esta forma, la presente “Guía de restauración para la conservación, uso y manejo sustentable del Cerro del Estropajo” detalla las principales medidas y prácticas identificadas para contrarrestar las amenazas climáticas y las no climáticas vinculadas a éstas, bajo un enfoque de adaptación basada en ecosistemas (AbE) y de soluciones basadas en

la naturaleza (SbN), así como partiendo de la reducción de riesgo de desastres (RRD).

Estas acciones son producto del trabajo participativo con las familias que hacen uso del cerro a lo largo de sus predios⁵. Así mismo, responden ante las diferentes necesidades y deseos puntuales de las mujeres y hombres propietarios, y al mismo tiempo contribuyen al mantenimiento y conservación del CdE. Se atienden las necesidades bajo tres principales estrategias: la restauración activa en aquellas zonas con un nivel de perturbación medio o alto y en las que se pretende recuperar ciertas funciones ecológicas del ecosistema, sistemas agroforestales (SAF) en sitios donde existe o se desea hacer aprovechamiento sustentable de los recursos y finalmente acciones generales de conservación de suelos, a lo largo de ambas estrategias.

Finalmente se anexa un “Catálogo de especies para la restauración, agroforestería y conservación del suelo del Cerro del Estropajo”, en el que se enlistan los distintos usos generales que la literatura o la gente reporta para cada especie. También se subrayan los atributos ecológicos que hacen a cada especie más óptima o afín para cada una de las estrategias de restauración/enriquecimiento del CdE: restauración activa, agroforestería y conservación del suelo.

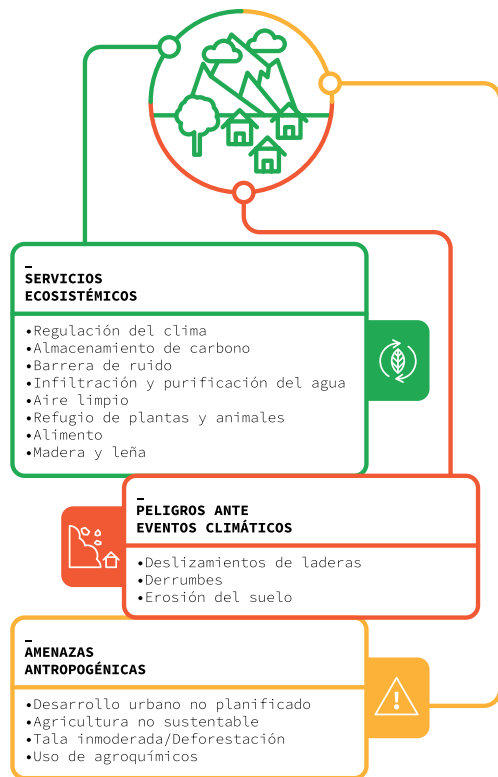


Figura 1. Esquema resumen de servicios ecosistémicos, peligros y amenazas antropogénicas del CdE.

Situación actual y amenazas identificadas

El Cerro del Estropajo (CdE) tiene una superficie de 50.2 ha, se localiza en la provincia del Eje Neovolcánico Transversal, subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, específicamente al noreste del municipio de Tlalnelhuayocan en el Centro de Veracruz. Entre las coordenadas extremas 2164606.29 N, 2163775.79 S, 714480.49 E y 713600.24 O, a una altura de 1,470 a 1,642 msnm en su punto más alto. Sus límites son al norte con la Colonia Zamora, al este con la Colonia Ejidal y el municipio de Xalapa, al sur limita con las colonias Carolino Anaya y Guadalupe Victoria y al oeste con Úrsulo Galván. En cuanto a la tenencia de la tierra actual, el 100% del sitio pertenece al ejido San Andrés Tlalnelhuayocan, correspondiente a 58 parcelas, de las cuales, el ejido reporta que hay entre 15 y 17 propietarios identificados.

La caracterización ha permitido identificar las zonas con pendientes pronunciadas en el cerro, las cuales son susceptibles a derrumbes, deslaves y erosión. En el CdE se ubican dos zonas de pendientes abruptas, una hacia el suroeste de la cima y otra menor hacia el noreste, que entre ambas

suman 4.48066 ha, en donde existen peligros muy altos de derrumbes⁶ y deslizamientos⁷. Cabe resaltar que, sumado a lo anterior, las actividades humanas, como la agricultura, modifican la topografía de las laderas, ya sea directamente para los cultivos, o bien, indirectamente ocasiona erosión de los suelos por aire o agua.

En este sentido, además de los peligros y amenazas climáticos, uno de los temas prioritarios para caracterizar el estado actual del CdE son los medios de vida. Los principales medios de vida en el CdE son la agricultura de temporal, la ganadería en pequeña escala y la producción de animales de traspatio en menor medida. Además, resulta de alta importancia para las familias la recolecta de leña como complemento a uso energético en los hogares.

La producción agrícola es principalmente de autoconsumo y se caracteriza por ser altamente diversificada, lo cual responde a un interés principal de las familias mantener una producción para el consumo propio y vender los excedentes que puedan existir en la zona aledaña. En resumen, los cultivos diversificados suelen incluir como pilar el maíz y la calabaza, en algunos casos se mantiene la práctica del sistema milpa (maíz, frijol, calabaza, chile y quelites), además se encuentran

los cultivos de chayote, hoja de papatla, nopal y algunas hortalizas. El café es una producción mínima pero presente en varias zonas con árboles. La producción está regularmente acompañada de frutales como plátanos, aguacates, duraznos, naranjas, limas, limones y capulín, entre otros. También, se aprovecha la recolecta de flor de equimite (gasparitos o colorín), flor de izote, quelite y nabo silvestre. Cabe mencionar que, el uso de agroquímicos parecer ser común, especialmente para fertilizar al sembrar maíz y calabaza, aunque en este punto no se tiene una determinación de la magnitud de uso.

La diversidad de productos que se cultivan y recolectan en el cerro para la alimentación familiar es considerada como una de las principales fortalezas en el cerro y factor decisivo en la conservación de los predios por parte de las y los ejidatarios. Se debe resaltar que, de las mujeres y hombres propietarios, o herederos, que manifiestan no tener interés en vender su predio, normalmente mantienen en el predio un área arbolada, lo cual consideran parte de la configuración de su espacio, especialmente valorando los beneficios que les brindan los árboles a ellos y a sus familias.

Otro de los usos identificados son los pastizales inducidos, los cuales fueron muy importantes en el pasado, su pre-

sencia aún representa el 9.62 ha de la cobertura del cerro y actualmente son utilizados para pastoreo de ganado lechero para autoconsumo o de complemento al ingreso familiar, pero en pequeña escala.

Al respecto, en el CdE un factor relevante es que ha habido una recuperación de las zonas, presentando actualmente vegetación secundaria (acahuales) en los últimos años. El estudio de cambio de uso de suelo (entre 1966 y 2020), realizado dentro de este proyecto, demostró que ha habido un relevante cambio de pastizales hacia acahual dentro del CdE --se muestra que el Acahual pasó de 9.1 ha en 1966 a 31.67 ha en 2020, mientras que el pastizal pasó de 33 ha a 9.62 ha en el mismo periodo--. Dicho proceso de "acahualamiento", se puede vincular con el abandono a las actividades agrícolas y ganaderas en el CdE, por ejemplo, un abandono de los pastizales por una rentabilidad baja de la producción de leche, vinculada a los posibles impactos en el sector ganadero local tras la firma y entrada en vigor de los tratados de libre comercio, especialmente del TLCAN en 1994. Los bajos precios y competencia en el mercado local, así como la falta de una política dirigida a fortalecer a los pequeños productores de esta zona periurbana pueden ser causas subyacentes vinculadas a dicho cambio de actividad económica.

Por otro lado, dentro del cerro la ganancia de área urbana ha sido muy poca, en el periodo es de 0 a 0.4736 ha; sin embargo, en la zona de influencia del cerro, en un radio de 250 m, la presión del desarrollo urbano es más notoria, ya que pasó de una ocupación de 0 a 38 hectáreas-40% (tasa de cambio de 0.73 ha/año).

El desarrollo urbano en las colindancias se identifica como uno de los principales factores de presión sobre el CdE, pues genera condiciones vinculadas a exacerbar los peligros climáticos como la erosión, los derrumbes y deslizamientos, asimismo, este desarrollo urbano genera amenazas no climáticas, como el aumento de la delincuencia o el robo hormiga de leña, tierra de monte, frutas y otros productos sembrados. En este sentido, actualmente varias de las laderas han sido modificadas para la construcción de casas y varios de los terrenos están siendo chapeados y deforestados para que sean vendidos.

La deforestación de árboles y arbustos, el clareo de hierbas y la modificación de las laderas para construcción de caminos y casas, han sido identificadas como causas de los deslizamientos y erosión en el CdE. En algunos casos, la desviación de los escurrimientos de lluvia también ha ocasionado

erosión hídrica, modificando la superficie e inclusive formando zanjas y pequeñas cárcavas. De igual forma, es recurrente ver casas afectadas por la humedad ocasionada por haber construido sin cimientos altos o por los escurrimientos del suelo, algunas (muy pocas) han sido afectadas directamente por deslizamientos de laderas.

A partir de lo anterior, se identifica que las principales amenazas climáticas percibidas por la gente en el CdE son lluvias muy fuertes, sequías prolongadas, erosión, derrumbes, deslizamientos, niveles extremos en las temperaturas (calor y frío), así como inundaciones en la zona baja contigua al cerro. Se considera que las sequías prolongadas pueden favorecer la presencia de plagas y enfermedades en los cultivos, lo cual no era percibido en el pasado. La erosión se percibe en suelos poco productivos o que han disminuido su productividad. El factor de una pérdida de fertilidad en los suelos puede estar también vinculado con las prácticas agrícolas no sustentables, por ejemplo, con el uso de agroquímicos para la producción, especialmente del maíz y la calabaza.

Las constantes intromisiones de robo, que pueden ser calificadas como robo tipo hormiga -- que incluyen leña, postes de madera y producción agrícola-- y los grupos de droga-

dictos que amenazan la seguridad de los propietarios y sus predios, son unas de las principales amenazas no climáticas en el CdE; lo cual es considerado por los propietarios como un factor que afectaría negativamente el desarrollo o implementación de cualquier medida de adaptación.

En el siguiente mapa (Fig. 2) se realizó una zonificación detallada de los principales usos del suelo y vegetación, así como las principales amenazas y peligros identificados en el CdE. Se retomó la capa de acumulación de peligros del estudio de vulnerabilidad del proyecto City Adapt (2019) y se complementó con información validada en campo y un análisis realizado a partir de imágenes de vuelos con drone⁸.

Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)

Para la construcción de las medidas de restauración para la conservación, uso y manejo sustentable del Cerro del Estropajo, se planteó usar el enfoque de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), ambos enfoques utilizan las funciones de la naturaleza para resolver los problemas que enfrentan la sociedad, buscando conservar y mantener los servicios que proveen, a través de la vinculación de medios de vida y desarrollo socioeconómico sostenible, asimismo, buscan reducir la vulnerabilidad de las personas y la naturaleza ante efectos de cambio climático (Fig. 3).

El proceso de construcción de las medidas se realizó a partir de los resultados obtenidos del análisis de peligros del Cerro, el uso del suelo y vegetación actual, recorridos en los predios y talleres familiares, considerando información científica y la perspectiva local de los propietarios. Siempre con los enfoques de género y reducción del riesgo de desastre (RRD).



Figura 3 "Las SbN son acciones para proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible los ecosistemas naturales o modificados que hacen frente a los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad". De izquierda a derecha los siete desafíos sociales son: 1. mitigación y adaptación al cambio climático, 2. Reducción del riesgo de desastres, 3. Desarrollo económico y social, 4. Salud humana, 5. Seguridad alimentaria, 6. Seguridad del agua y 7. Degradación ambiental y pérdida de biodiversidad (© UICN, 2016).

Medidas e indicadores

Las siguientes fichas de medidas, resumen el conjunto de acciones de restauración para la conservación, uso y manejo sustentable identificadas para el Cerro del Estropajo, todas ellas aportan en algún modo hacia la recuperación de bienes y servicios ecosistémicos, la recuperación de la cobertura vegetal y el hábitat de especies y la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático del Cerro y sus habitantes. En las fichas se pueden distinguir dos tipos de medidas: las medidas de implementación y las habilitadoras.

Las medidas de implementación son acciones tangibles en campo, que ayudan directamente a reducir la vulnerabilidad y a restaurar el ecosistema, incrementando la resiliencia del CdE y sus comunidades humanas. Ejemplo de ello son la restauración ecológica y la implementación de sistemas agroforestales. Por su parte, las medidas habilitadoras, son aquellas que generan las condiciones necesarias para el desarrollo o correcta implementación de las medidas y su éxito a largo plazo. Estas contribuyen a la reducción de la vulnerabilidad de una manera indirecta, ejemplos de este tipo de acciones son: el fortalecimiento de capacidades, el

acompañamiento técnico, propiciar la coordinación institucional y la integración de políticas públicas, entre otras.

A continuación, se muestran las fichas de medidas, con su nombre, objetivos en formato SMART, indicadores con su respectiva unidad de medida, amenazas a las que contribuye esa medida, y los impactos positivos que traerá consigo la implementación de estas actividades.

Protección voluntaria de tierras



Para 2025, se habrá protegido al menos 3 ha de vegetación con énfasis en las zonas de peligros acumulados del CdE, mediante la certificación de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) o Áreas Privadas de Conservación, integrando el enfoque de SbN, promoviendo la conectividad ecosistémica, evitando el cambio de uso de suelo y reduciendo el riesgo del desastre en la población humana de la zona conurbada del CdE en Xalapa y Tlalnelhuayocan.

Indicadores

- Superficie certificada como ADVC o APC
- Tasa de cambio de vegetación secundaria temprana a tardía
- Beneficiados con certificados de ADVC o APC
- Productos generados en las ADVC o APC

Unidad de medida

- Hectáreas certificadas
- Porcentaje de vegetación primaria y secundaria
- Número de hombre y mujeres con certificados de ADVC
- Número de productos generados en las ADVC o APC

Amenazas

Climáticas



Lluvias torrenciales



Olas de calor / Sequía



Deslaves y derrumbes



Ventarrones



Erosión del suelo

No climáticas



Urbanización no planificada



Extracción irracional de leña y madera



Extracción ilegal de tierra de monte



Agroquímicos y pesticidas



Ganadería no sustentable



Contaminación de cuerpos de agua y sus cauces

Impactos potenciales

- Aumento en la conectividad de los bosques
- Menor fragmentación de los ecosistemas
- Mayor superficie para recarga de mantos acuíferos
- Disminución de riesgos de desastres en pendientes pronunciadas
- Menores pérdidas económicas y humanas asociadas a deslaves, derrumbes o erosión
- Disminución en la erosión y degradación del suelo
- Mayor disponibilidad de refugios y sitios de alimentación para la fauna
- Sitios de hibernación para aves migratorias y residentes

Restauración de la funcionalidad y conectividad del CdE



Para 2030, se ha restaurado o enriquecido la cobertura forestal del 25% (3.93 ha) de la superficie deforestada o con poca cobertura vegetal; con énfasis en zonas de pendiente pronunciada con riesgos de derrumbes y deslaves de laderas, involucrando a las comunidades del CdE. A través de estas acciones se reduce la vulnerabilidad del riesgo de desastres ante los efectos del CC.

Indicadores

- Superficie restaurada o enriquecida
- Cobertura vegetal
- Especies de plantas nativas sembradas
- Tasa de sobrevivencia y crecimiento
- Inversión en la restauración ecológica
- Parcelas involucradas en la restauración
- Hombres y mujeres participando en las acciones

Unidad de medida

- Hectáreas restauradas o enriquecidas
- Porcentaje de vegetación primaria y secundaria ganada
- Número de especies usadas
- Porcentaje de sobrevivencia y crecimiento por especie trasplantada
- Costo promedio por ha restaurada
- Número de parcelas/predios involucrados en la restauración
- Número de hombres y mujeres en acciones de restauración y enriquecimiento

Amenazas

Climáticas



Lluvias torrenciales



Olas de calor /
Sequía



Deslaves y
derrumbes



Ventarrones



Erosión del suelo

No climáticas



Urbanización no
planificada



Extracción
irracional de
leña y madera



Deforestación



Programas y políticas
públicas ineficaces

Impactos potenciales

- Mayor conectividad dentro del CdE
- Menor fragmentación de los ecosistemas
- Ganancia de cobertura de vegetación
- Disminución de la erosión del suelo
- Ganancia de refugios y sitios de alimento para la fauna
- Mayor recarga de los mantos acuíferos
- Cambios positivos en la composición y estructura del bosque
- Reducción del riesgo de desastres
- Protección de los remanentes de BMM
- Protección de la reserva genética de la zona

Conservación de suelos



Para 2025, el 25% (13.5 ha) del suelo del Cerro del Estropajo ha sido conservado y mejorado su calidad, evitando particularmente su degradación; con la participación de los poseedores de la tierra, su núcleo familiar y gente de la comunidad del CdE. En conjunto, estas acciones aumentarán la fertilidad del suelo tanto del BMM como de las zonas productivas del CdE, adicionalmente reducirán su degradación (erosión, compactación y contaminación).

Indicadores

- Superficie por tipo de acción de conservación de suelo: curvas de nivel y/o formación de terrazas, cercas vivas, barrera rompe viento, barreras muertas o de piedra, diques de piedra y postes.
- Fertilidad del suelo a corto y mediano plazo (0-2 años y 3-5 años, respectivamente).
- Nutrición de las plantas, particularmente en cultivos de subsistencia y algunos destinados a la comercialización.
- Factores físicos: textura, pH y capa de mantillo.
- Inversión por tipo de acción de conservación implementada.
- Mujeres y hombres implementando acciones de conservación del suelo.

Unidad de medida

- Hectárea por tipo de acción: curvas de nivel y/o formación de terrazas, cercas vivas, barrera rompe viento, barreras muertas o de piedra, diques de piedra y postes.
- Aumento / equilibrio de los elementos esenciales deficientes detectados previamente, tanto en el suelo como en las plantas (cultivos principales de subsistencia: maíz, frijol, calabaza, así como en cultivos para producción: macadamia, cítricos, pimienta, cardamomo, jengibre).
- Textura: % de los componentes, valor de pH, profundidad de mantillo (centímetros). Se realizará mediante muestras de suelo antes y después de la implementación (corto y mediano plazo, 0-2 años y 3-5 años, respectivamente).
- Costo / ha o metros lineales / tipo de acción de conservación implementada.
- Número de hombres y mujeres en acciones de conservación de suelos.

Amenazas

Climáticas



Lluvias torrenciales



Olas de calor / Sequía



Deslaves y derrumbes



Ventarrones



Erosión del suelo

No climáticas



Urbanización no planificada



Extracción irracional de leña y madera



Deforestación



Programas y políticas públicas ineficaces

Impactos potenciales

- Disminución de la erosión del suelo; aumento en su fertilidad.
- Reducción del riesgo de desastres.
- Mejora en la producción y calidad de los cultivos y pastizales.
- Reducción de la contaminación por agroquímicos.
- Mayor sensibilización, apropiación y valoración del suelo en la comunidad.
- Difusión de boca a boca de los beneficios en las prácticas de conservación de suelos.
- Ganancia de cobertura de la vegetación natural.
- Ganancia de refugios y sitios de alimento para la fauna y microorganismos del suelo.
- Mejora en la calidad del agua en los mantos acuíferos; reducción de agentes contaminantes.
- Mejora en la superficie de infiltración y almacenamiento de agua al subsuelo.

Sistemas Agroforestales



Para 2030, el 50% (4.56 ha) de las áreas con cultivos y pastizales se han enriquecido, diversificado y transformado sus prácticas hacia sistemas agroforestales (SAF), con la participación de mujeres y hombres propietarios/poseionarios de la tierra, su núcleo familiar y gente de la comunidad del CdE. La implementación de los SAF aumentará la fertilidad del suelo, reducirá su contaminación por agroquímicos, así como la compactación por efectos del ganado. Brindando a la comunidad productos variados, sanos y nutritivos; contribuyendo a la seguridad alimentaria local y con el potencial de incorporar parte de su producción en mercados agroecológicos locales.

Indicadores

- Superficie de cultivos diversificados.
- Superficie de pastizales enriquecidos o diversificados.
- Parcelas empleando SAF.
- Especies sembradas en cultivos diversificados.
- Producción de los cultivos, leche, pastos y otros productos derivados.
- Inversión en la implementación de SAF ecológica.
- Mujeres y hombres implementando acciones de SAF.

Unidad de medida

- Hectáreas de cultivos diversificados.
- Hectáreas de pastizales enriquecidos y/o diversificados.
- Número de parcelas/predios utilizando SAF.
- Número de especies utilizadas para el enriquecimiento/diversificación.
- Producción (kg*ha / tipo de cultivo, litros de leche / cabeza de ganado).
- Costo por acción (i.e. cercas vivas, cultivos diversificados, etc.) en la implementación de SAF.
- Número de mujeres y hombres en acciones de enriquecimiento de cultivos y pastizales.

Amenazas

Climáticas



Lluvias torrenciales



Olas de calor / Sequía



Deslaves y derrumbes



Ventarrones



Erosión del suelo

No climáticas



Urbanización no planificada



Robo hormiga a cultivos productivos



Programas y políticas públicas ineficaces



Prácticas agrícolas no sustentables



Ganadería no sustentable



Agroquímicos

Impactos potenciales

- Menor impacto de los SAF a los ecosistemas naturales del CdE (remanentes de BMM y cuerpos de agua).
- Menor deforestación de los ecosistemas naturales del CdE, por el aumento o mejora en la producción de los cultivos y pastizales.
- Aumento en la conectividad entre ecosistemas del CdE.
- Protección de los cultivos ante fenómenos climáticos: ventarrones, olas de calor, lluvias torrenciales, deslaves.
- Cultivos más sanos y diversificados, con una marcada disminución en los contaminantes y mayor productividad.
- Ganado mejor nutrido con mayor producción.
- Disminución de la erosión del suelo; aumento en su fertilidad.
- Mejora en la calidad del agua en los mantos acuíferos, reducción de agentes contaminantes.
- Ganancia de cobertura de vegetación natural.
- Incremento en refugios y sitios de alimento para la fauna, así como para los microorganismos del suelo.

Prácticas sustentables en los hogares



Para 2025, al menos 50 familias del CdE y su área de influencia, han adquirido en su día a día, al menos una práctica sustentable en sus hogares, a través de acciones del manejo de residuos orgánicos, huertos urbanos, captación de agua de lluvia y la instalación de estufas Patsari; disminuyendo amenazas que ejercen presión al cerro y favoreciendo el uso racional de los servicios de bienestar, propiciando la capacidad adaptativa del ecosistema y las comunidades humanas del CdE.

Indicadores

- Temas abarcados en el fortalecimiento de capacidades locales
- Sensibilización y capacitación a la comunidad en prácticas sustentables
- Huertos urbanos instalados
- Compostas caseras
- Estufas ahorradoras instaladas

Unidad de medida

- Número de los diferentes temas abordados en la capacitación local
- Número de capacitaciones sobre prácticas sustentables
- Número de materiales de difusión y sensibilización, incluyendo métricas de impacto.
- Número de casas con huertos urbanos
- Número de hogares con compostas
- Número de estufas ahorradoras colocadas

Amenazas

Climáticas



Olas de calor / Sequía



Erosión del suelo



Extracción irracional de leña y madera



Extracción ilegal de tierra de monte

No climáticas



Agroquímicos y pesticidas



Urbanización no planificada



Robo hormiga a cultivos productivos



Contaminación de cuerpos de agua y sus cauces

Impactos potenciales

- Disminución de residuos orgánicos caseros
- Reducción de emisión de gases de efecto invernadero
- Producción de abonos orgánicos
- Disminución en la extracción de tierra de monte
- Aumento en el uso de abonos orgánicos en las parcelas
- Hortalizas frescas con mayor valor nutritivo y libres de agroquímicos
- Mayor apreciación y valor de los alimentos que consumimos
- Seguridad alimentaria familiar
- Reducción de tala para obtener leña
- Uso racional y ahorro de leña
- Menor exposición diaria al humo
- Vínculo familiar en torno a prácticas sustentables

Medidas habilitadoras



Para 2030, se habrán difundido e incorporado programas y proyectos (restauración, agroforestería y cursos de compostas, huertos urbanos; diseño del programa de pagos por servicios ambientales, entre otros) que promuevan o fortalezcan la protección, restauración, el manejo y uso sustentable en el CdE; lo anterior, a través de la coordinación institucional, esquemas integrales de capacitación y el acompañamiento técnico para la implementación de medidas, con lo que se reducen los impactos sobre los servicios ecosistémicos y disminuyen los riesgos de desastres y la vulnerabilidad social, ambiental y económica en contexto de CC.

Indicadores

- Programas y proyectos que promueven, fortalecen y mejoran la protección, restauración, el manejo y uso sustentable del CdE
- Cursos de capacitación
- Personas beneficiadas con PSA y otros programas
- ODS integrados en los programas

Unidad de medida

- Número de políticas y programas que promueven, fortalecen y mejoran el CdE
- Número de capacitaciones realizadas
- Número de hombres y mujeres beneficiados con algún programa
- Número de ODS integrados en los programas

Amenazas

Climáticas



Olas de calor / Sequía



Erosión del suelo



Extracción irracional de leña y madera



Extracción ilegal de tierra de monte



Agroquímicos y pesticidas



Urbanización no planificada



Robo hormiga a cultivos productivos



Contaminación de cuerpos de agua y sus cauces

No climáticas

Impactos potenciales

- Aumento en la conectividad de los bosques
- Menor tasa de cambio de uso de suelo
- Mejoramiento en la planeación urbana
- Mejoramiento en estrategias de concertación, toma de acuerdos y participación que involucran a las comunidades locales, gobierno en sus tres niveles y otros actores claves.

¿Dónde aplicar las medidas?

A partir de los mapas de vegetación y uso de suelo actual del CdE derivado de imágenes de dron y el mapa de peligros acumulados de City Adapt (2019), se llevó a cabo la identificación de medidas para su ejecución, sumado a ello se realizaron entrevistas, recorridos y talleres para la retroalimentación y validación por parte de los propietarios, estableciendo las zonas aptas para la aplicación de medidas. De esta forma, en el siguiente mapa se visualizan las áreas con potencial para la implementación de las medidas de conservación, uso y manejo sustentable a nivel del Cerro del Estropajo (Fig. 4).

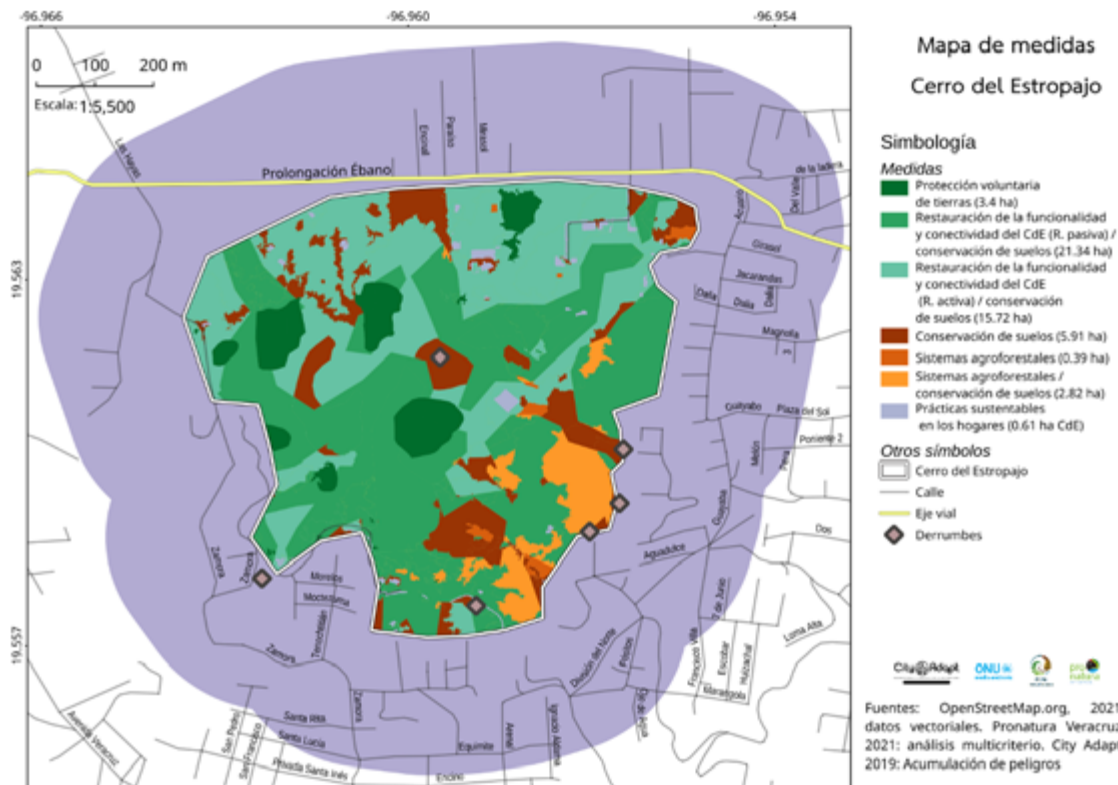


Figura 4. Mapa de zonificación de medidas en el CdE.

En el siguiente cuadro se presenta la superficie potencial en hectáreas y metros cuadrados que corresponde a cada medida identificada en el CdE.

Cuadro 1. Medidas, superficie (ha y m²) y principales características de las zonas de implementación en el CdE.

Medidas de restauración para la conservación, uso y manejo sustentable del CdE	Superficie ha	Superficie m ²	Características de las zonas de implementación
Protección voluntaria de tierras	3.4	34,039	Vegetación de BMM perturbado y acahuales de BMM en sucesión secundaria tardía, 2 y 3 peligros, pendientes de fuertes a abruptas.
Restauración de la funcionalidad y conectividad del CdE (R. pasiva) / Conservación de suelos	21.34	213,442	Acahual en sucesión intermedia (74 a 50 densidad de cobertura).
Restauración de la funcionalidad y conectividad del CdE (R. activa) / Conservación de suelos	15.72	157,183	Acahual en sucesión intermedia a pastizal (74 a 50 densidad de cobertura), peligros acumulados y pendientes de intermedias a abruptas.
Conservación de suelos	5.91	59,094	Sin vegetación aparente, con 2 o 3 peligros o con registros de deslaves, cárcavas o zanjas por erosión hídrica.
Sistemas agroforestales	0.39	3,931	Cultivos activos o pastizales activos / sin pendientes a pendientes ligeras (hasta 14°) y sin peligros.
Sistemas Agroforestales / Conservación de suelos	2.82	28,190	Cultivos activos o pastizales activos con pendientes intermedias a abruptas (15° a mayores 45°).
Prácticas sustentables en los hogares	93.5	6,069	0.61 ha dentro del CdE, 92.9 ha radio de influencia de 250 metros del CdE.

La estrategia participativa de este proyecto ha permitido detallar la información de las medidas potenciales y su zonificación a nivel de parcela familiar (Fig. 5). La Implementación de las medidas a nivel de parcela incluyó a un grupo de nueve familias del CdE. El reporte de este nivel de diseño y su proceso de concertación se encuentran en el documento “Potencial de implementación de medidas AbE y SbN en parcelas familiares”, dónde se plasma la información recabada en los recorridos y talleres familiares, de los usos de suelo a los que quisieran destinar sus parcelas, así como las medidas de protección y adaptación que consideran que pueden ser implementadas en sus predios.

Cabe destacar, que esta fase del proyecto ha buscado detonar una estrategia de inclusiva, de diálogo y participación con las mujeres y los hombres propietarios/poseionarios del CdE, incluyendo sus núcleos familiares. Este proceso se reconoce con una visión de mediano y largo plazo, es necesario que en fases subsecuentes de implementación se refuerce y profundice. La implementación exitosa de las medidas requiere un proceso continuo y dinámico de sensibilización, diálogo, negociación, concertación y toma de acuerdos. Lo anterior requiere generar y fortalecer vínculos de confianza y

corresponsabilidad, que puedan partir desde del tejido social y entre los actores clave (comunidades, gobierno –en sus tres niveles–, sociedad civil y otros actores clave).



Figura 5. Taller participativo familiar para el diseño de medidas de restauración y conservación en el Cerro del Estropajo.

Desarrollo de las medidas

En este apartado, se desglosan de manera general las medidas de restauración para la conservación, uso y manejo sustentable identificadas para desarrollarse como parte de la estrategia de adaptación al cambio climático del Cerro del Estropajo (CdE).

Estas acciones en su conjunto tienen como objetivo recuperar los ecosistemas más degradados, recuperando la cobertura vegetal y la conectividad de los fragmentos, ofrecer refugio y alimento a animales, seguridad alimentaria local y favorecer a los medios de vida comunitarios; así mismo, estas acciones contribuyen a la recarga de acuíferos y a la permanencia de cuerpos de agua superficiales, favoreciendo la resiliencia hídrica de los ecosistemas y de las ciudades que dependen de este vital servicio ecosistémico.

Para complementar la información de las medidas, se anexa un cuadro con los factores limitantes a considerar durante su implementación (Anexo 1). Al final se incluye un catálogo de especies potenciales para la restauración, agroforestería y conservación del suelo del Cerro del Estropajo.

Protección voluntaria de tierras

La protección voluntaria de tierras en el Cerro del Estropajo, estará enfocada en promover el decreto de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) y/o Áreas Privadas de Conservación (APC); la primera un esquema federal y la segunda de competencia al estado de Veracruz. Su impulso será para las zonas con relictos de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria de BMM en sucesión tardía, y que además sean zonas de peligro acumulados, siendo el foco de atención las zonas con dos o tres peligros (erosión, derrumbes y deslaves).

Al certificar estas áreas de protección voluntaria, estamos propiciando la protección del hábitat y sus servicios ecosistémicos y de bienestar, también, estamos ofreciendo mayor resiliencia al cerro y reduciendo las probabilidades de desastres ocasionados por derrumbes y deslizamientos a las poblaciones humanas, principalmente exacerbadas por la pérdida de vegetación y el cambio de uso de suelo.

Establecimiento áreas de protección voluntaria

El proceso para decretar una ADVC o APC se integra por diferentes fases, las cuales se mencionan a continuación:

1. Ubicación en un mapa de los sitios potenciales para proteger.
2. Presentación de los objetivos y requisitos de la protección ante los propietarios.
3. Visita de campo para verificar el polígono y registrar las especies de flora y fauna observadas en el predio.
4. Integración del expediente; esta fase incluye generar la cartografía, estrategias de manejo, listados de flora y fauna, entre otros documentos requeridos.
5. Entrega de expedientes a las secretarías correspondientes (CONANP o SEDEMA según sea el caso).
6. Revisión y atención a las observaciones indicadas por las secretarías correspondientes.
7. Entrega del certificado al propietario.

Consideraciones

- Las Áreas Privadas de Conservación (APC) son reconocidas en la Ley Estatal de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz y se tramitan a través de la Secretaría de Medio Ambiente del estado (SEDEMA)

- Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), son de competencia federal establecidas en el artículo 46 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente (LGEEPA), promovidas a través de la CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas / SEMARNAT).
- En el caso de ejidos, implica la aprobación del 50% de los ejidatarios para destinar las tierras ejidales a la conservación.
- Las APC y ADVC permiten el manejo y usos sustentable de los recursos, no obstante, no es permitido el cambio de uso de suelo del terreno.
- Para conocer más sobre la solicitud de certificación de ADVC, visita <https://advc.conanp.gob.mx/wp-content/uploads/2019/08/Recomendaciones-para-completar-tu-formato-de-solicitud.pdf>

Beneficios

- Las APC y ADVC contribuyen a la conservación, brindando hábitat, protección y alimento a los animales silvestres.
- Conservación de servicios ambientales como el agua y la captura de carbono.

- En algunos casos ser ADVC, podría ser una oportunidad para participar en programas de apoyo económico por parte del gobierno federal (CONAFOR, SEMARNAT, PROCER, entre otros).
- Protección del predio ante obras públicas o aumento de las cuotas por destrucción del terreno.

Nota: Si a los propietarios no les interesa el esquema de protección, será importante sensibilizarlos a que estas zonas no sean deforestadas, pues implica un potencial riesgo del desastre en el futuro.

Restauración de la funcionalidad y conectividad del CdE

En ausencia de árboles y vegetación, existen dos opciones:

1. Regeneración natural (restauración pasiva facilitada) y
2. Plantaciones de bosques y parcelas arboladas (restauración activa). En el Cerro del Estropajo, la primera opción es para zonas que actualmente presentan acahuales en sucesión intermedia con un porcentaje de cobertura arbórea de 74 a 50% Mientras que la segunda opción (restauración

activa), es recomendada para zonas con acahuales en sucesión temprana y en pastizales que desean ser regenerados, así mismo, varias de estas zonas, tienen que ser complementadas con acciones de conservación de suelos, esto dependerá del tipo de pendientes y peligros acumulados (ver sección de conservación de suelos).

Regeneración natural

Es simple; dejemos crecer el bosque

Esta práctica de regeneración natural o restauración pasiva, consiste en dejar que los bosques se regeneren una vez que la tierra deje de ser utilizada para otros propósitos como son: la agricultura, el pastoreo, la extracción de madera, entre otros. Para ello es indispensable eliminar o disminuir las amenazas o causas de degradación.

Esta acción puede ser muy lenta, no obstante, en su versión más simple, sólo requiere de paciencia y eliminar las causas que impiden el crecimiento de los árboles. Esto se facilita mediante la protección de los sitios a regenerar, para evitar las perturbaciones ocasionadas por el humano. Esta práctica solo es recomendable para sitios que pueden

presentan indicios de que pueden regenerarse por sí solos (Duarte et al., 2018)⁹.

Algunos factores que influyen en el potencial de regeneración natural son: la degradación del suelo (compactación, baja fertilidad, contaminación química); condiciones microclimáticas adversas (deseccación por exposición directa al sol o al viento); cantidad y diversidad pobre de semillas o su ausencia; y la presencia de especies animales o vegetales invasoras, como plagas y pastos o helechos invasores.

La regeneración natural o restauración pasiva implica menores costos que cualquier otra estrategia de restauración, por lo que es una práctica atractiva para proyectos a gran escala (Hardwick et al., 2004)¹⁰.

Cercado y exclusión del área a restaurar

La práctica más empleada para lograr la restauración pasiva, es el cercado y exclusión del área, ya sea del ganado o del paso de personas. Esto puede realizarse mediante el uso de postes de cemento o madera, o bien con el uso de árboles que funcionen como cercas vivas, de igual forma se recomienda que los postes se coloquen de 2.5 a máximo 5 metros y el uso

de tres líneas de alambre de púas galvanizado.

El uso de cercas vivas además de delimitar los predios también evita la erosión del suelo, produce materia orgánica y cuando se usan especies de leguminosas, éstas fijan el nitrógeno en el suelo al paso del tiempo.

Consideraciones

- Se recomienda colocar árboles en el lindero de los predios que funcionen como rompe vientos y cercas vivas, para evitar daño por el viento a los nuevos árboles y la erosión del suelo.

Beneficios

- Es una actividad económica comparada con otras técnicas de restauración.

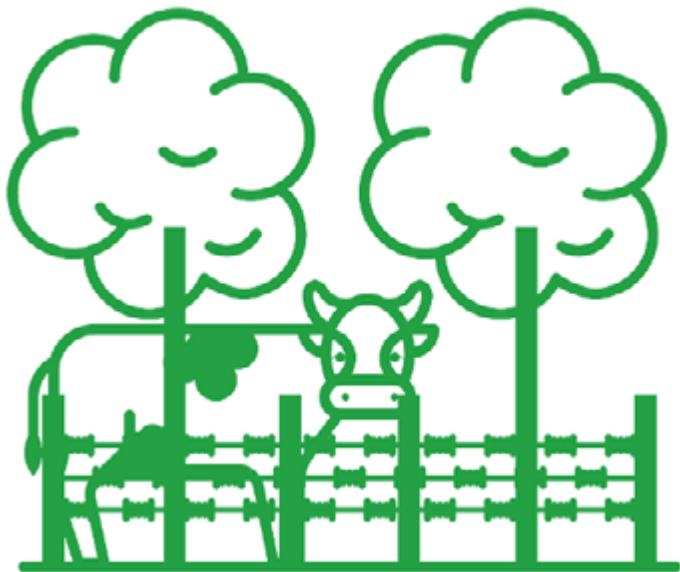


Figura 6. Excusión del área de restauración pasiva.

Hablar de restauración ecológica de paisajes es equivalente a hablar sobre pérdida y degradación de los ecosistemas, causas como: el cambio de uso de suelo, la fragmentación, la desertificación y la degradación ambiental, ejercen fuertes presiones sobre los ecosistemas y los servicios ecosistémicos que son necesarios para el bienestar humano. Ante esta situación la restauración ecológica es un aliado para recuperar la biodiversidad, la estructura y funcionalidad de los ecosistemas. Para ello, la restauración ecológica exige más que solo ecología; requiere de profesionales, formadores de capacidades, líderes locales y sobre todo comunidades interesadas en recuperar sus ecosistemas.

Plantaciones de bosques y parcelas arboladas

Sembrar árboles donde anteriormente había bosques
Esta práctica conocida como restauración asistida o restauración activa consiste en aplicar diferentes prácticas para incidir de forma directa ante las causas de degradación, propiciando la recuperación del ambiente mediante

la sucesión ecológica (Ceccon, 2013)¹¹. Estas prácticas se utilizan cuando el ecosistema no se puede regenerar por sí solo porque existen barreras o factores que lo impiden, como: el pastoreo y los helechos o pastos invasores. La restauración activa también es recomendable cuando se quiere acelerar el proceso de regeneración natural.

Grupos de Anderson

Los Grupos de Anderson son una técnica de nucleación, esto quiere decir que mediante el establecimiento de grupos de diferentes especies de árboles y arbustos (núcleos), se propician un ambiente adecuado para potencializar la formación de nuevas poblaciones.

Su implementación en campo consiste en sembrar diferentes especies (al menos dos) en grupos de 3 a 25 plantas sembradas en forma ortogonal con una distancia de 50 a 75 cm entre plantas y una separación aproximada entre grupos de 10 m (para más opciones de configuración espacial consultar Anderson, 1953¹²). En este caso, no se siembran árboles aislados y de una sola especie como en el sistema comúnmente usado en la reforestación.

Para la composición y selección de especies, es de gran utilidad considerar especies de rápido y lento crecimiento.

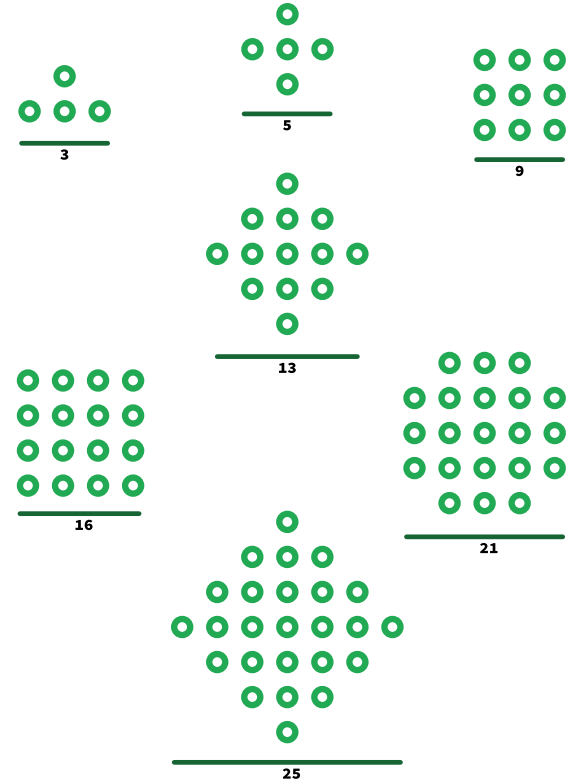


Figura 7. Posibles combinaciones de número de plantas por grupo. Imagen tomada y modificada de Anderson, 1953.

Al respecto, la intención es que las especies de rápido crecimiento generen un microambiente adecuado que ayude a la especie de lento crecimiento a establecerse en el mediano plazo. También se pueden considerar grupos de especies protectoras que resguarden a grupos de especies más lentas o valiosas.

Consideraciones

- Los sitios con pendientes deben de ser preparados para plantar en curvas de nivel.
- Es recomendable que los grupos sean colocados a una distancia entre 5 y 10 metros, esto dependerá de la cantidad de los recursos económicos y la cantidad de especies y plantas disponibles.

Beneficios

- Los grupos de Anderson favorecen la colonización de vegetación en paisajes deforestados.
- Los grupos o núcleos facilitan la dispersión de semillas y el movimiento de animales en los paisajes fragmentados catalizando la regeneración (Reis et al., 2003¹³).
- La masa de árboles generada por esta práctica generalmente es más estable y con mayores probabilidades

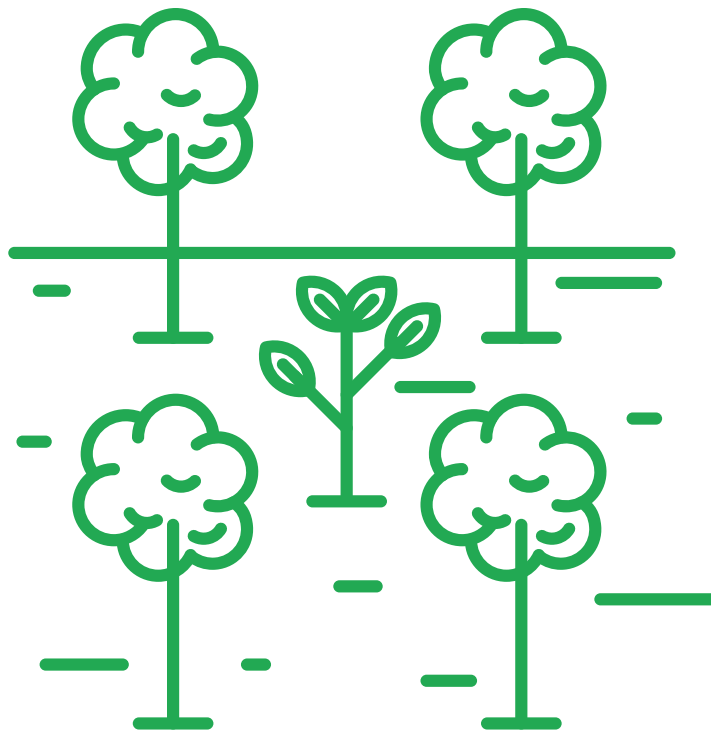


Figura 8. Grupos de Anderson, en este ejemplo las plantas de afuera representan a especies de rápido crecimiento y la de en medio representa a una de lento crecimiento.

de implantarse que los árboles sembrados de forma separada.

- Los grupos y árboles externos ofrecen protección del viento y tormentas a los grupos y árboles internos.
- Es un sistema muy flexible que da oportunidad a las plantaciones mixtas.

Transposición de suelos

Esta técnica busca recuperar el suelo y favorecer la regeneración natural mediante la transposición de suelos saludables de bosques remanentes a sitios degradados. Estos suelos poseen semillas, propágulos, microorganismos,

hongos, bacterias, lombrices, entre otros componentes, que propician el establecimiento de especies pioneras en núcleos de regeneración¹³.

Para su realización se recomiendan que seguir los siguientes pasos:

1. Ubicar el sitio a restaurar.
2. Ubicar un sitio de referencia cercano al sitio a restaurar, de preferencia ubicar suelos en fase de sucesión intermedia.
3. En el sitio de referencia, obtener muestras de suelo de mínimo 1m² con un horizonte (profundidad) de 15 a 25 cm, los cuales deben tener hojarasca, materia orgánica en descomposición y microorganismos.

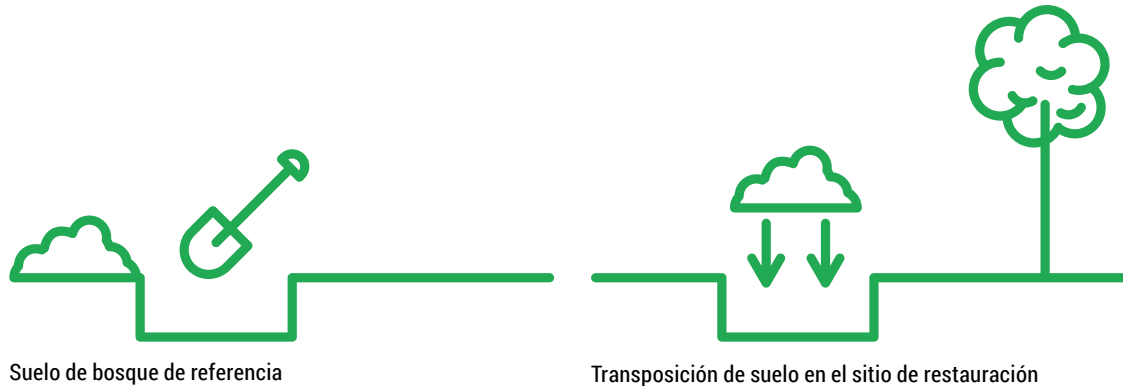


Figura 9. Transposición de suelo, la imagen de lado izquierdo representa la obtención de la muestra de suelo y la de lado derecho la transposición.

4. El suelo recolectado debe transponerse (preferiblemente manteniendo el orden de los horizontes) en huecos del tamaño de la muestra de suelo.

Consideraciones

- Es importante que en las muestras de suelo a trasponer se encuentren representados varios de los fragmentos contiguos y cercanos a la zona de restauración, para propiciar variabilidad genética.
- Considerar como suelos de referencia a los suelos de los sitios que se desean conectar con el área de intervención.

Beneficios

- Incrementa la presencia de semillas de especies colonizadoras.
- Esta práctica ofrece heterogeneidad del material genético introducido.
- Ayuda a restaurar las comunidades de hongos micorrízico-arbusculares.
- Es una técnica económica y de bajo mantenimiento.

Perchas y madrigueras artificiales

El establecer sitios de descanso o resguardo de animales, favorece el movimiento de semillas y el movimiento de ani-

Figura 10. Perchas y madrigueras artificiales, de lado izquierdo representación de una percha en cruz y otra de bambúes, de lado derecho, una madriguera artificial.



males de un sitio a otro. En el caso de las perchas promueve la dispersión de semillas por aves y murciélagos de bosques cercanos. Estas perchas y madrigueras pueden realizarse con diversos materiales como postes, ramas, bambúes, trozos de madera, entre otros Fig. 10.

Consideraciones

- Analiza tu presupuesto y/o evalúa los materiales que tienes disponibles en tu sitio a restaurar; considera el uso de bambúes, ramas secas, troncos y piedras, presentes en tu área a intervenir.
- Para seleccionar el tipo de perchas y/o madrigueras a implementar. Toma en cuenta que es recomendable combinar diferentes tipos de nucleación, por ejemplo; transposición de suelos, grupos de Anderson y el establecimiento de perchas y/o madrigueras.
- Se recomienda establecer de 10 a 30 perchas y/o madrigueras por hectárea, ya sea al azar o en forma esquemática (Sanchún et al., 2016)¹⁴.

Beneficios

- Las perchas atraen a aves y murciélagos dispersores de semillas, mediante sus excretas o regurgitaciones favorecen la regeneración de la vegetación.
- Las madrigueras aumentan la frecuencia y permanencia de visitantes (mamíferos, reptiles y anfibios).
- Las perchas y madrigueras son prácticas y de bajo a mediano costo.
- Estas prácticas son aplicables en proyectos de gran escala y con presupuestos reducidos.
- Las perchas y madrigueras también son refugio de insectos y arañas, los cuales sirven de alimento a diferentes animales.

Diez reglas de oro de la reforestación para optimizar el secuestro de carbono, la recuperación de la biodiversidad y los beneficios de los medios de vida

- 1. Primero, proteger el bosque existente**
- 2. Trabajar juntos (involucrando a todas las partes interesadas)**
- 3. Procurar maximizar la recuperación de la biodiversidad para cumplir con múltiples objetivos**
- 4. Seleccionar áreas apropiadas para la restauración**
- 5. Utilizar la regeneración natural siempre que sea posible**
- 6. Seleccionar especies para maximizar la biodiversidad**
- 7. Utilizar material vegetal resistente (con variabilidad genética y procedencia adecuadas)**
- 8. Planificar con anticipación la infraestructura, capacidad y suministro de semillas**
- 9. Aprender haciendo (utilizando un enfoque de gestión adaptativa)**
- 10. Hacerlo rentable (asegurando la sostenibilidad económica del proyecto)**

Di Sacco, et al., 2021¹⁵

Conservación de suelos

Las prácticas de conservación de suelos son un conjunto de acciones para evitar la erosión, es decir, la pérdida de suelo y la degradación de sus propiedades físicas o químicas. Al promover prácticas amigables para cuidar y proteger los suelos, su materia orgánica, sus microorganismos e incluso su humedad, mejoramos la resiliencia de los ecosistemas, obteniendo las bondades que nos brindan los suelos sanos como son: la producción de alimentos en cantidad y calidad, la filtración y almacenamiento del agua, mantener los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, entre otros, almacenar y fijar carbono, y además mantener y conservar una alta biodiversidad; pues el suelo es hábitat de múltiples organismos que viven en su superficie y al interior del mismo (Burbano-Orjuela, H. 2016)¹⁶.

Estabilización de laderas a través de trazado de curvas de nivel y/o la formación de terrazas

Cuando los suelos se ubican en laderas con cierto grado de pendiente (15% a 45%¹⁷), es necesario que todas las actividades planeadas, ya sea de restauración activa o bien de

sistemas agroforestales (cultivos anuales diversificados, cultivos permanentes como el café bajo sombra, acahuales con fines de producción, pastizales con árboles aislados, entre otros) se planeen con trazado en curvas de nivel, pues de lo contrario, el suelo puede comenzar a erosionarse debido al arrastre de sedimentos que suele ocurrir por el escurrimiento superficial¹⁴. Entre mayor sea la pendiente, es decir, entre más empinado este el terreno, la distancia entre curvas de nivel debe ser menor; usualmente en terrenos con pendiente menor a 15% la distancia es de 15 metros; mientras que en terrenos con pendientes entre 30 y 50%, la distancia entre curvas es de 10 metros (Vázquez-Ramírez y Álvarez-Oseguera, 2020)¹⁸, aunque debe saber que existen factores de corrección en el distanciamiento entre curvas con base en la pendiente (consultar página 90 Conafor, 2018). Terrenos con pendientes por encima del 50% son obligatoriamente para uso forestal^{18,19}, debido al riesgo de desastres (deslaves, derrumbes, erosión, entre otros) que podría originarse al remover la vegetación para otros fines.

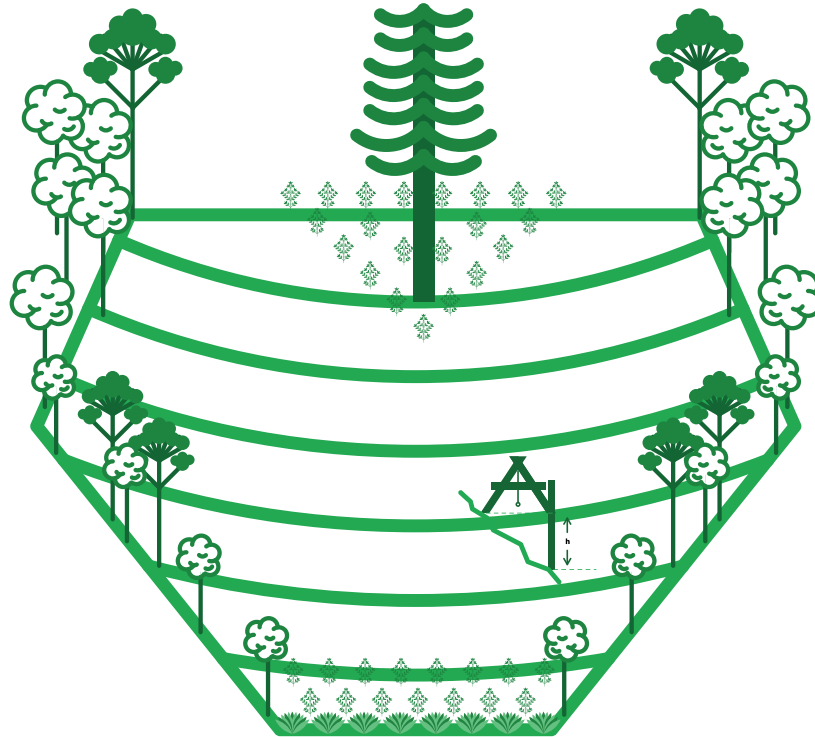


Figura 11. Estabilización de laderas mediante el trazado de curvas de nivel y el uso del aparato A.

Consideraciones

- Se deben trazar de manera perpendicular a la pendiente de la parcela. Previamente se debe trazar la línea madre del predio, para ello se necesita identificar el punto más alto y el más bajo de la parcela y luego trazar una línea entre ellos, en dirección a la pendiente.
- Para el trazado de las curvas de nivel, la forma más fácil y sencilla es el uso del aparato "A" (ver construcción en Conafor, 2018), el cual tiene una plomada que garantiza que las curvas trazadas tengan la misma elevación. También es importante trazar la curva principal, la cual se traza en la parte más ancha de la parcela, ésta curva cruza la línea madre justo por la mitad; y servirá para que el trazado del resto de las curvas sea solamente con una cuerda. Para poder trazar la curva principal se fija una pata del aparato "A" sobre la línea madre en sentido perpendicular a la pendiente, se mueve la otra pata hasta que la plomada esté centrada, logrando esto se hace una primera marca enterrando una estaca o vara a un costado de la pata. Se mueve el aparato "A" hacia la marca hecha, se fija nuevamente una de sus patas, se busca que la plomada esté centrada y se hace una segunda marca

en el extremo de la otra pata; este procedimiento se realiza una y otra vez hasta llegar a los límites del predio. Se marca sobre la línea madre los puntos de partida para el resto de las curvas de nivel (Recordar que la distancia entre curvas depende del porcentaje de inclinación -pendiente- del terreno). Finalmente se copia la curva principal con una cuerda ayudándose de las distancias o puntos marcados sobre la línea madre; sobre cada curva se hacen surcos de profundidad y ancho variable, donde pueden sembrarse los árboles o arbustos o bien los cultivos deseados. En terrenos con pendientes intermedias o fuertemente inclinadas (entre 20° y $30^\circ = 11.3\% - 16.7\%$) se recomienda ampliamente la siembra intercalada de vegetación leñosa (árboles o arbustos) con los cultivos, en este caso, la vegetación leñosa se siembra sobre el surco con la intención de retener los sedimentos; mientras que los cultivos se siembran en las franjas, fajas o pasillos resultantes del trazado entre curvas.

- Las terrazas por su parte suelen establecerse una vez que se han trazado las curvas a nivel, dependiendo del grado de la pendiente, pueden realizarse de manera continua a lo largo de las franjas o bien de manera individual

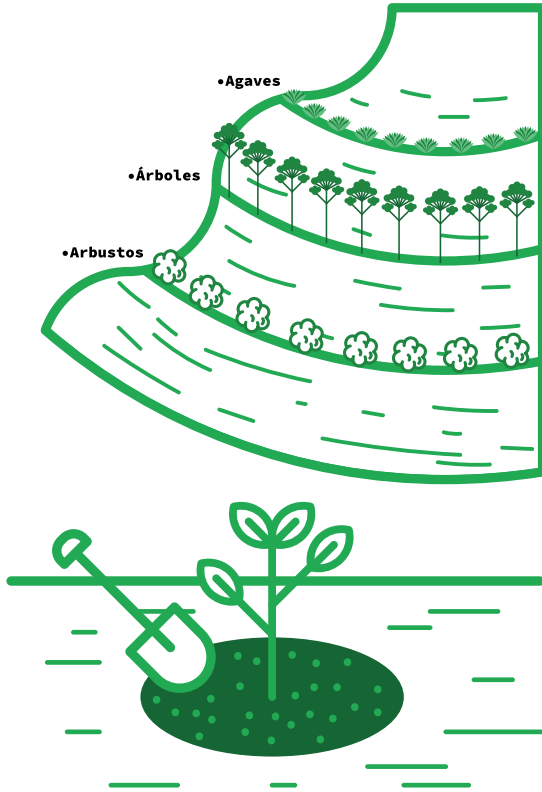


Figura 12. Estabilización de laderas; arriba se muestran terrazas continuas y abajo terrazas individuales.

alrededor de cada planta sembrada. El objetivo principal de este tipo de terrazas es retener los sedimentos y captar el agua que escurre en la ladera para aumentar la humedad disponible para las plantas. Dada la extensión y amplitud de las terrazas continuas (terrazas de formación sucesiva), su uso se recomienda en terrenos con pendientes moderadas de no más de 25 % (= 14 °).

- de inclinación y suelos con profundidad mínima de 40 cm.; no se recomiendan en regiones con fuertes precipitaciones^{14, 19}. Las terrazas individuales por su parte, pueden emplearse en terrenos con mayor grado de inclinación, siempre y cuando exista la cantidad necesaria de suelo para realizar la siembra (mínimo 10 cm de profundidad). Las terrazas se construyen a manera de terraplén o bordo, a nivel o en contrapendiente; el diámetro de la terraza varía dependiendo de la pendiente y tipo de planta a sembrar, sin embargo, como mínimo debe tener 1 metro para que el espejo de agua que se forme sea de al menos de 10 centímetros, Fig. 12. En zonas tropicales es recomendable además combinarlas con canales de desagüe, para controlar el exceso de agua de manera controlada¹⁹.
- La vida útil de estas obras es de cinco años.

Beneficios¹⁸

- Se evita la erosión por escurrimientos superficiales y el arrastre de sedimentos, particularmente de suelos expuestos (sin vegetación), particularmente de suelos de uso agrícola, o bien durante las prácticas de restauración activa de la vegetación.
- Aumento en la humedad relativa en la parcela e infiltración de agua al subsuelo.
- Recuperación del potencial productivo de la parcela.
- Aporte de materia orgánica al suelo (en combinación con árboles o arbustos o bien con otro tipo de prácticas de conservación de suelos como la labranza cero).

Barreras muertas o de piedra para controlar la erosión

En sitios de ladera carentes de vegetación (con cultivos o sin ellos) y con presencia de erosión superficial se pueden acomodar piedras, material vegetal muerto existente en el terreno o una combinación de ambos; la finalidad es crear una barrera, cordón o muro pequeño que retenga el suelo y evite o disminuya la pérdida de sedimentos a la vez que disminuye la velocidad y cantidad de los escurrimientos. Si bien estos métodos son ampliamente utilizados para contrarrestar los

efectos de la erosión, para que tengan eficacia es indispensable que la vegetación natural comience a regenerarse; el desarrollo de raíces, brotes y el crecimiento de las plantas es la manera más eficaz para evitar la pérdida de suelo.

Consideraciones¹⁹

- Debido a la pendiente es necesario hacer trazado de curvas a nivel, calculando el espaciamiento entre ellas (ver manual Conafor, 2018), posteriormente pueden emplear piedras, ramas o una combinación de ambas:
- Piedras: sobre el trazado de cada curva se hacen surcos de 10 cm de profundidad x 30 cm de ancho. Sobre estos surcos se fijarán y acomodarán las piedras, procurando acomodar la cara más lisa de las piedras hacia el lado externo, a veces es necesario romper las piedras para obtener un lado más liso. Se debe obtener un muro cuadrado de 30 cm de alto x 30 cm de ancho.
- Pueden usarse todas las piedras disponibles en la zona que estén al descubierto casi en su totalidad, no es recomendable sacar piedras cuyo volumen esté enterrado casi por completo (más del 20%). Esta práctica se usa en sitios con poca profundidad del suelo y con

- presencia de rocas; ya que se requiere una cantidad suficiente para su acomodo.
- La tierra sobrante del rascado para los surcos se emplea para rellenar los pequeños huecos que se forman durante el acomodo.
 - Material vegetal muerto (ramas): se puede emplear material derivado de la poda, clareo o manejo de especies forestales, frutales, oate, bambú, entre otros; también puede utilizarse el material resultante de la limpieza de la parcela, como el rastrojo, incluso se puede usar material leñoso que haya sufrido daños por incendios.
 - Calcular el espaciamiento entre cordones de material acomodado, dependiendo de la pendiente, el escurrimiento, la erosión, así como la cantidad de material disponible (ver cálculos en Conafor, 2018) y realizar el trazado de las curvas a nivel.
 - Se deben enterrar estacas, verticalmente, para que sujeten las ramas que se colocarán de manera horizontal, la altura de las estacas dependerá de la altura del cordón, el cual suele construirse entre 30 cm a máximo 1 metro de alto^{14, 18, 19}.
 - Las estacas deben enterrarse lo suficientemente para soportar el arrastre de sedimentos, al menos dos tercios de su longitud total debe estar dentro del suelo (FAO, n.d.^{20,14}).
 - Para una mayor estabilidad del cordón, primero se deben de colocar los troncos más gruesos, y los más delgados arriba; esto permitirá una mayor acumulación de sedimentos.
 - Dependiendo de la flexibilidad del tipo de material recolectado, también se puede entretrejer a las estacas, para darle mayor estabilidad al cordón.
 - Para evitar incendios, es recomendable colocar secciones de cordón de no más de 50 metros, dejando un espaciamiento entre cordones de 3 a 4 metros; estas secciones se deben recubrir de residuos de dimensiones pequeñas, para que el suelo no quede desnudo y desprotegido. Los cordones de material muerto de las curvas de nivel contiguas, deben intercalarse con las secciones sin cordón, en un diseño "a tresbolillo".
 - Este tipo de prácticas deben construirse antes de la época de lluvias.

- Si las barreras de piedra o cordones de material vegetal muerto cruzan por cauces de agua como arroyos o áreas con mayor grado de erosión como cárcavas o zanjas ocasionadas por la erosión hídrica; deben además implementarse otro tipo de prácticas para el control de estas áreas, como la construcción de presas/diques de piedra acomodada.

Beneficios

Se disminuye la pérdida de sedimentos por arrastre, dada la inclinación o pendiente, así mismo se disminuye la velocidad y cantidad de los escurrimientos superficiales y se mejora la infiltración del agua. Esto permite el control de la erosión y conservación del suelo en sitios de ladera¹⁴.

Una vez que algún deslizamiento o derrumbe ha sucedido, es indispensable revertir o contrarrestar el daño originado, con la finalidad de evitar futuros riesgos de desastre (RDD). Existen muchas prácticas que se realizan con objeto de estabilizar las pendientes, sin embargo, “antes, durante y después de ejecutar cualquier práctica de estabilización es esencial el asesoramiento profesional de expertos en derrumbes, por ejemplo, un ingeniero geotécnico o civil; so-

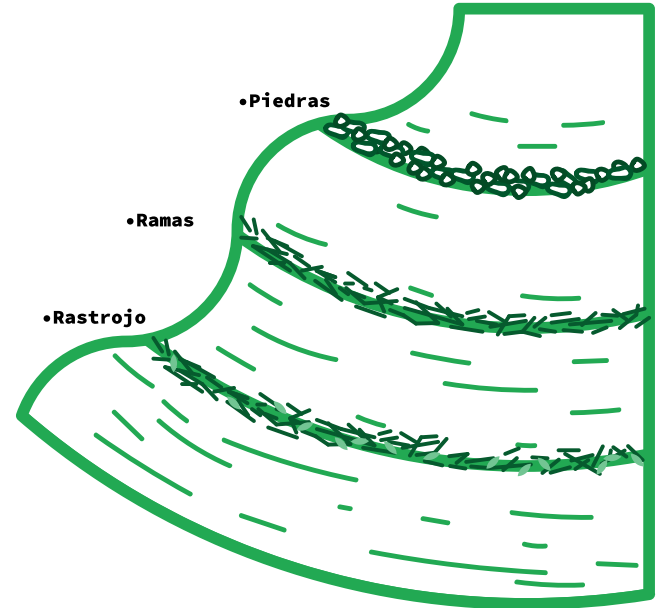


Figura 13. Ejemplificación de tipos de barreras muertas: barreras de piedra, barreras o cordones de material vegetal muerto (ramas) y cordones con material de desecho de la parcela (rastrojo).

bre todo en situaciones y áreas de alto riesgo, donde los deslizamientos pueden poner en peligro vidas o afectar la propiedad (Highland y Bobrowsky, 2008)²¹”.

A continuación, se describen las generalidades de dos prácticas principales que se pueden emplear como medidas para contrarrestar ciertas áreas vulnerables detectadas en el Cerro del Estropajo, áreas donde han sucedido deslizamientos recientes, así como áreas con zanjas de erosión hídrica; sin embargo, es indispensable evaluar las particularidades de cada una de las áreas (longitud, profundidad y pendiente de la cárcava así como del tipo de suelo, entre otros factores) para poder ajustar y diseñar las necesidades de implementación para cada caso en particular. Finalmente, se enlistan una serie de manuales que pueden ser consultados para más información: Conafor, 2018; Highland y Bobrowsky, 2008.

Diques o presas de piedra y postes para eliminar zanjas ocasionadas por erosión hídrica

En zonas de zanjas o canales de erosión usualmente causados por los escurrimientos superficiales, es necesario disminuir la velocidad de los flujos superficiales para evitar el

ensanchamiento de la zanja. Dependiendo de la extensión horizontal, profundidad de la zanja, así como de la cantidad de escurrimientos que son arrastrados, se pueden colocar troncos de árboles retenidos con postes de madera o piedras acomodadas. Estas estructuras sirven como “defensas” ante la fuerza y velocidad del cauce en las zanjas de erosión, frenando el avance del agua y reteniendo los sedimentos (Montoya, 2004^{22,19}).

Consideraciones

- Se pueden construir con materiales disponibles en el sitio (troncos/morillos, ramas, estacas, piedras, escombros, etc.). La construcción de diques o presas con piedra y madera se recomienda en zonas donde la corriente de agua es considerable o bien presentan pendientes fuertes; deben cimentarse fuertemente en el fondo, así como en las paredes del cauce.
- Es indispensable consultar con un técnico especificaciones básicas como: el espaciamiento entre presas, su altura, tipo de empotramiento (somero o profundo), dimensiones y tipo del vertedor (rectangular o en forma de U; ver manual Conafor, 2018 para detalle de cada una). Deben

iniciarse desde la cabecera de la cárcava hasta el final de la misma, es decir, desde aguas arriba hacia aguas abajo. Este tipo de presas (piedras y troncos) son de tipo semipermanente, se recomiendan para corregir zonas con cárcavas pequeñas y angostas, por lo que su altura usualmente no supera los dos metros.

- Cuando las zanjas son grandes, es preferible establecer empalizadas con estacas de material vegetal vivo con capacidad de rebrote (en varios sitios suele usarse el sauce), esto permitirá una defensa viva que puede perdurar por más tiempo. Se puede complementar con siembra de pasto, gramíneas y plantas pioneras para proteger el piso de la cárcava y los taludes.

- Cuando las zanjas o cárcavas están ramificadas es necesario además de corregirlas, construir un sistema de desagües protegidos, para un control de los excesos de corrientes superficiales.

Beneficios

- Su costo suele ser de bajo a medio, sobre todo cuando se cuenta con material en la zona de intervención.
- Requieren un acceso mínimo para el material y equipo empleado y la perturbación en el sitio de implementación es relativamente menor, comparada con implementaciones de mampostería o de gaviones.
- Permite el empleo de mano de obra local.

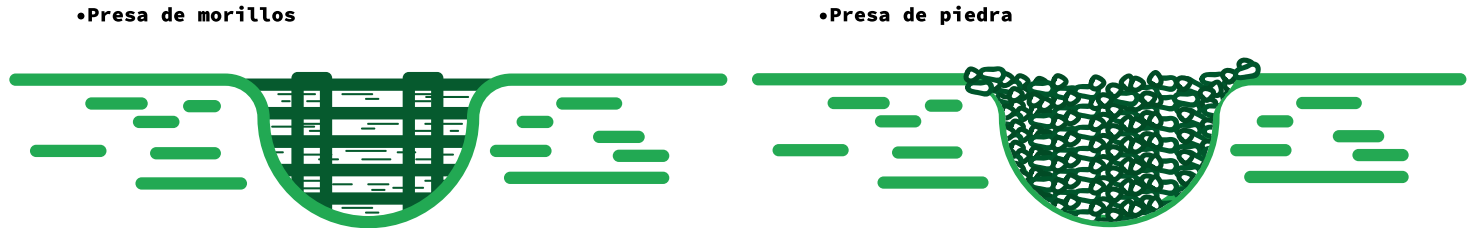


Figura 14. Materiales naturales que pueden usarse para la construcción de presas o diques para control de la erosión hídrica.

- Son visualmente compatibles con el entorno natural, hecho importante para la fauna silvestre que habita en el cerro.
- Con el paso del tiempo, contribuyen a la sucesión natural, a largo plazo permiten la colonización de especies forestales^{19,21}.

Cabeceo de la cárcava

Consiste en cubrir con material inerte (piedras -zampeado seco- o troncos -morillos-) la superficie de suelo expuesto. Al cubrir el suelo descubierto se evita el impacto de la lluvia y de las corrientes superficiales, ya que se disminuye la inclinación de entrada de agua a la cárcava^{19,22}.

Consideraciones

- Dado que el suelo está expuesto, es indispensable permitir la regeneración de la vegetación circundante al área de la cárcava. Esta vegetación retendrá el suelo, “amarrándolo” en sus raíces, reduciendo el riesgo de desprendimiento y frenando la velocidad del agua.
- En áreas de pastoreo es necesario cercar el área circundante a la cárcava para protegerla; se recomienda que el

área a proteger tenga al menos la misma distancia longitudinal de la cárcava, idealmente se debe proteger un área cinco veces mayor a la profundidad de la cárcava.

- Es necesario caracterizar la cárcava:
 - medir su longitud, amplitud y profundidad (esta medición orienta la inclinación que se le debe dar al talud para la construcción del zampeado).
 - definir la inclinación del talud (usualmente se despallan a 45°, rebajando las paredes abruptas).
- En cárcavas igual o mayor a 2 metros NO SE RECOMIENDA la colocación de piedras, sería necesario aplicar otras prácticas como zanjas interceptoras de escorrentía.
- “En los suelos más profundos, especialmente las arcillas blandas, donde hay dos superficies de falla potencial, en el fondo una y otra superficial, excavar hasta la superficie de la primera falla podría desencadenar un deslizamiento repentino sobre la superficie de falla más profunda.
- Un análisis de la estabilidad a partir de datos de resistencia del suelo se aconseja y casi siempre es necesario para cualquier proyecto de excavación importante en suelos arcillosos profundos²¹”.

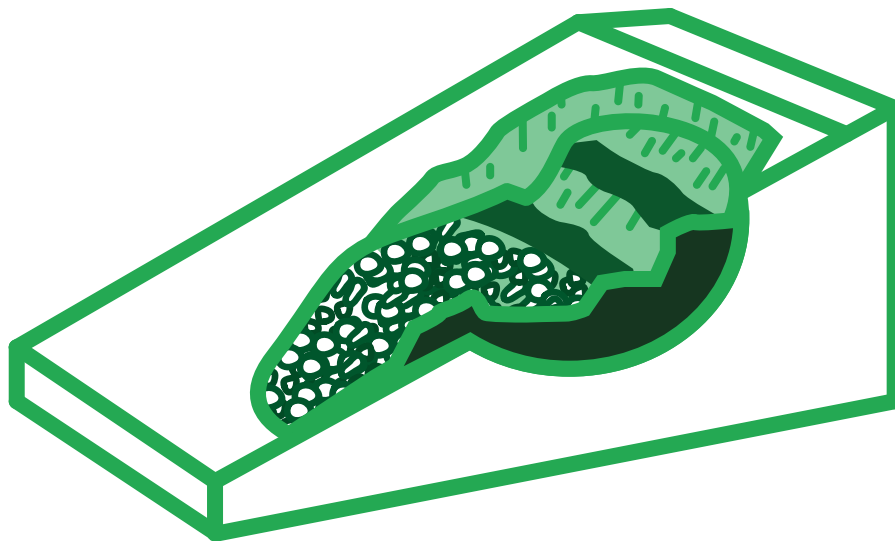


Figura 15. Representación del suavizado de una cárcava en la cabeza de una ladera.

Beneficios

- Evita el crecimiento longitudinal de la cárcava.
- Estabiliza el talud de la parte inicial de la cárcava, disminuyendo la pendiente de los mismos (despalme); sobre todo en zanjas o cárcavas con bordes muy abruptos o perfilados que se desmoronan con facilidad.
- Se reduce la erosión por caída del suelo expuesto^{19, 22}.

El suelo es un recurso finito y no renovable, compuesto por minerales y materia orgánica. Su recuperación es costosa y difícil, por ello es necesario un manejo respetuoso para preservar las funciones y servicios que nos provee.

Sistemas Agroforestales

Un Sistema Agroforestal (SAF) incluye un conjunto de técnicas de uso y manejo de la tierra las cuales implican la combinación de árboles con cultivos agrícolas (anuales y/o perennes), y/o animales de forma simultánea o secuencial. Establecer árboles ya sea maderables o frutales en tierras agrícolas activas mejora la productividad y la fertilidad del suelo, además de capturar y almacenar agua y carbono.

Por los componentes que los conforman, los sistemas agroforestales se pueden clasificar en tres categorías generales: silvoagrícola (árboles y cultivos), agrosilvopastoril (árboles, cultivos y ganado) y silvopastoril (árboles y ganado).

Prácticas de producción sostenible

Las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), no solo buscan recuperar los ecosistemas o establecer áreas de conservación en su modo conservacionista, sino que buscan recuperar zonas agrícolas que no producen satisfactoriamente o cambiar de agricultura intensiva y de monocultivos a sistemas agrícolas de producción más sostenibles

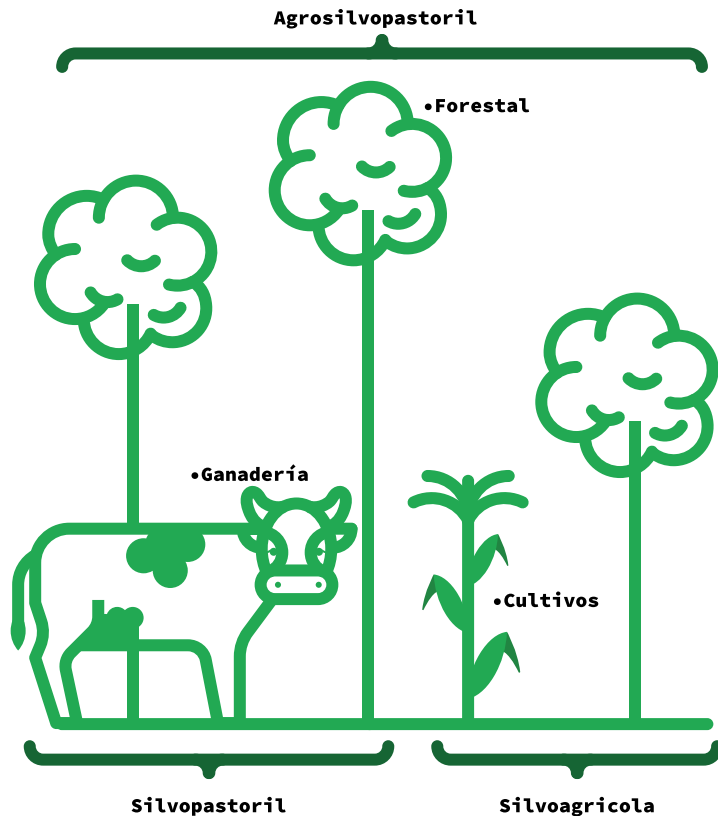


Figura 16. Tipos de sistema agroforestales

y diversificadas; de esta forma se favorece la recuperación de servicios ecosistémicos y de bienestar para las poblaciones humanas.

Plantaciones forestales mixtas

Son una alternativa a las plantaciones comunes donde suele establecerse una sola especie ya sea con fines de reforestación o bien de aprovechamiento (maderable o frutícola). La finalidad es establecer áreas con una mayor variedad de especies arbóreas, para aumentar la diversidad del área a restaurar o bien de la variedad de productos y recursos a ser aprovechados. Se puede realizar mediante siembra directa de semillas, plantas de vivero o estacas. La identidad y arreglo de las especies estará en función de los objetivos deseados por el propietario en conjunto con la vocación y aptitud del terreno. Parcelas ubicadas en sitios de ladera, se recomienda hacer trazado a curvas de nivel y siembra con diseño a tresbolillo (intercalado), Figura 17.

De manera general se pueden emplear para tres fines principales:

1. Restauración o enriquecimiento de un área perturbada de BMM con la intención de promover o acelerar su regeneración natural, con fines de conservación.

2. En pastizales inducidos para alimentar al ganado, se puede enriquecer el potrero sembrando especies de árboles que además de proveer sombra también provean de forraje al ganado, por ejemplo, el Huizache blanco (*Acacia pennatula*), el Malhombrillo (*Alchornea latifolia*), el Ilite (*Alnus acuminata*), el Ixpepe (*Trema micrantha*) entre otras, o bien que sea de consumo tanto para el ganado como consumo humano, el Guayabo (*Psidium guajava*) es un buen ejemplo de ello.

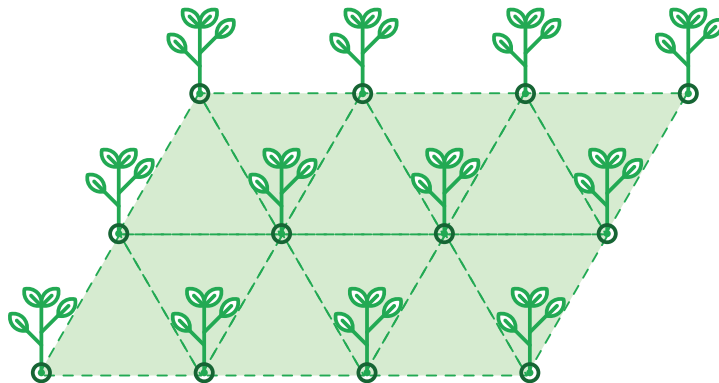


Figura 17. Diseño de siembra a tresbolillo

3. En zonas agrícolas, la implementación de árboles en el área de cultivo representa grandes ventajas entre ellas un enriquecimiento y conservación del suelo mediante la incorporación de materia orgánica (hojarasca) y nutrientes (nitrógeno, en especies de árboles que fijan el nitrógeno del aire en sus raíces, particularmente las especies de leguminosas) al suelo. Adicionalmente, las raíces de los árboles evitan la erosión del suelo al retenerlo entre ellas, también promueven la retención de humedad y evitan la compactación del mismo, el ilite es un ejemplo de esto último (*Alnus acuminata*). Así mismo se puede buscar que las especies además proporcionen leña, madera o fruta para el consumo humano, como la siembra de árboles de Jinicuil (*Inga inicuil*), Zapote blanco (*Casimiroa edulis*), Pagua (*Persea schiedeana*), Guayabo (*Psidium guajava*) y Gasparito (*Erythrina americana*), entre otros.

Consideraciones

- Requiere preparación previa del terreno, chapeo y limpieza, para evitar la competencia inicial con pastos o malezas; y nuevamente en un lapso no mayor a 2 años.
- Una vez establecida es necesario cierto manejo silvícola:



Figura 18. Ejemplo de plantaciones forestales mixtas en zonas agrícolas

dependiendo de la especie, se requieren podas de formación, entresacados y abono sobre todo al inicio del trasplante, se pueden utilizar abonos verdes o la materia obtenida por compostaje.

- En zonas de potreros suele requerirse mantenimiento continuo, ya que tienden a cubrirse por malezas, sin embargo, ésta puede ser controlada mediante pastoreo ligero con animales jóvenes (bovinos), pequeñas especies de rumiantes, principalmente borregos (Soto-Pinto et al., 2018) o bien con aves como gallinas.

Beneficios

- Aumentan la fertilidad del suelo al ingresar nutrientes, y materia orgánica de la hojarasca al suelo. Evitan la erosión del suelo, reteniéndolo y mejorando la relación aire – agua y porosidad²².
- El desarrollo del dosel, proveniente de especies leñosas, inhibe el desarrollo de hierbas o malezas.
- En zonas donde se desea promover el desarrollo de la vegetación natural, el dosel de las especies sembradas ayuda en el posterior desarrollo de otro tipo de especies, entre ellas especies de áreas naturales boscosas cercanas.

- Se generan productos adicionales aprovechables, entre ellos madera, leña, frutales.

Cultivos diversificados

En sistemas tradicionales de cultivo, como la milpa, se puede sembrar árboles de alto valor junto con el maíz, con la finalidad de obtener más productos de autoconsumo o venta, preferentemente a lo largo del año²³. Entre los beneficios asociados a la producción sostenible por los sistemas agroforestales se encuentran: la diversificación en la producción, mejoran la infiltración del agua y el ciclo de nutrientes, reducen la contaminación de fuentes de agua, proveen sombra al ganado y mejoran el bienestar animal, diversifican las fuentes de alimento a los animales nutriendolos de mejor forma, disminuyen la erosión, crean conectividad en el paisaje y son espacios para la vida silvestre, ofrecen una mayor oferta a los polinizadores, entre otros⁹. A grandes rasgos existen dos tipos prácticas con cultivos y árboles²³:

1. Cultivos con sistemas de descanso (alrededor de 5 a 10 años), en los que la siembra de los árboles se hace poco

antes del descanso de la tierra, en los últimos años de cultivo. El aprovechamiento de la milpa puede extenderse justo antes de que el crecimiento de los árboles sombree los cultivos. Entre los cultivos asociados durante los primeros años están el maíz, chile, calabaza, tomate, pepino, cilantro, en general se pueden sembrar cultivos con altos requerimientos de luz. Una vez que los árboles comienzan a desarrollar sus copas, entonces ya no se cultiva (de 3 a 7 años en adelante). Algunos cultivos to-

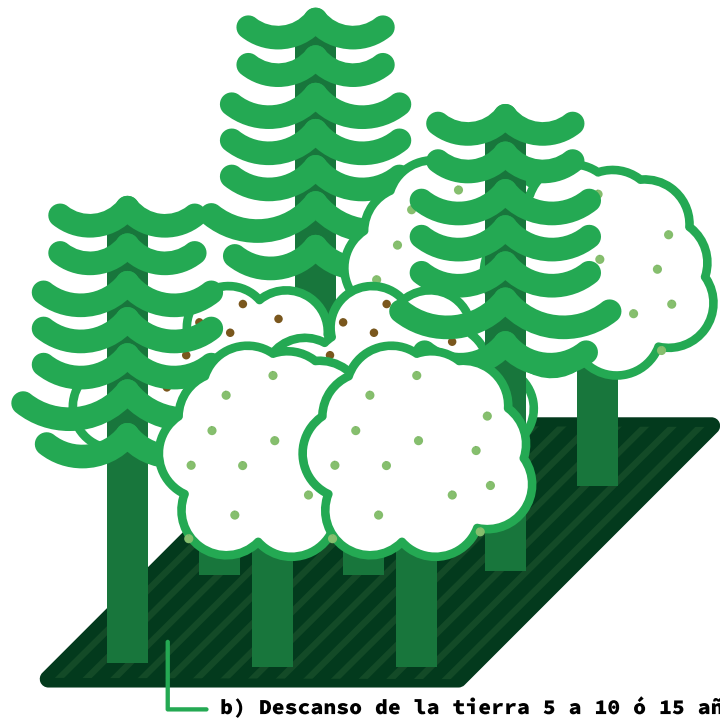
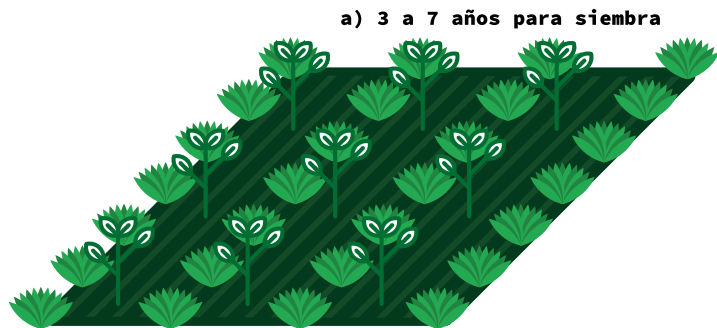


Figura 19. Cultivo diversificado con sistema de descanso: en corto plazo el aprovechamiento proviene de los cultivos anuales a), a largo plazo el aprovechamiento proviene de las especies forestales b).



Figura 20. Cultivo diversificado de milpa con árboles dispersos

leran la sombra de las copas en desarrollo entre ellos: el cacahuate, frijol, soya, jengibre y pepino. La permanencia de los árboles en la parcela dependerá de la identidad de los mismos, así como del momento de inicio para su aprovechamiento.

2. Cultivos de milpa y hortalizas con árboles dispersos, particularmente de especies frutales y maderables. Entre las especies frutales comúnmente utilizadas en zonas semi-cálidas destacan el Colorín (*Erythrina spp.*), Chalahuite (*Inga spp.*), Níspero (*Eryobotria japonica*) y cítricos como limón, naranja y lima; y maderables como encinos (*Quercus spp.*) e Ilites (*Alnus acuminata*). No obstante, el uso de Níspero no es recomendable al ser una especie invasora y con una propagación malezoide, siendo fácilmente propagada por mamíferos y aves, siendo un problema para la restauración de BMM al desplazar a especies nativas, al ser resistente y competitiva (Rojas-Sandoval, 2016)²⁴.

Consideraciones

- La densidad del componente arbóreo, el tipo de sombra que produce según el tipo de copa, la identidad de la es-

pecie leñosa, el tipo de ramificación y dosel son características que determinan el beneficio mutuo entre cultivos y árboles¹⁴.

- En cultivos con sistemas de descanso, la elección de especies maderables aumenta el tiempo de espera/descanso, ya que éstas suelen tener un crecimiento intermedio o lento. No se recomienda sembrar plantas trepadoras ni cultivos de raíz o tubérculos en los primeros años de establecimiento. Es necesario realizar podas, entresacados y manejo de rebrotes para evitar competencia con los cultivos y evitar el sobre sombreado de los mismos. Este sistema no es conveniente para productores que continuamente hacen uso del suelo.

Beneficios¹⁴

- Recuperación e incorporación de materia orgánica y nutrientes al suelo y los cultivos en desarrollo, eligiendo sobre todo especies que produzcan abundante hojarasca, tiren sus hojas en la época seca y fijen nitrógeno del aire en sus raíces. Esto reduce la cantidad de fertilizantes empleados y aumenta la fertilidad del suelo.
- Control de la erosión y descomposición de raíces.
- Se favorece la infiltración de agua al subsuelo y los cultivos.

- Se limita el escurrimiento superficial del agua en suelos carentes de vegetación o con solo un cultivo.
- Se evita el crecimiento excesivo de malezas debido a la hojarasca y sombreado de los árboles; adicionalmente se evita la exposición excesiva de los cultivos a la radiación, evitando su sobrecalentamiento.
- Se atenúa el impacto de las lluvias sobre el cultivo y al mismo tiempo se aumenta el contenido de vapor de agua en el aire superficial de los cultivos (humedad relativa).

Labranza cero

Consiste en la eliminación parcial o total de la vegetación nativa, al inicio de la temporada de lluvias, dejando sobre la superficie del suelo todo el material vegetal removido, este material protege al suelo de la erosión y su desecación. El objetivo de esta técnica es preparar el suelo para la introducción de pastos, árboles, arbustos, leguminosas u otro tipo de plantas con fines de cultivo y aprovechamiento^{14, 18}.

Consideraciones

- Para evitar la erosión del suelo, se debe tener especial cuidado de que el terreno no quede “desnudo”, el suelo siempre debe estar cubierto con un cultivo en crecimien-

to, pasto o bien con restos de material vegetal: vegetal: paja, fibras de hierba, fibras de madera, rastrojo entre otros.

- En terrenos con ladera, antes de la labranza cero es recomendable realizar curvas a nivel y terrazas, esto evitará la pérdida de suelo por arrastre debido a la pendiente. Es recomendable colocar barreras vivas (árboles, arbustos o hierbas) o barreras muertas (usualmente ramas o rastrojo) para incrementar la retención del suelo.
- En terrenos con presencia de vientos dominantes, es necesario colocar barreras rompe viento para contrarrestar el efecto del viento sobre los cultivos y evitar la erosión del suelo, por efecto del viento^{14, 18}.

Beneficios

- Cubrir el suelo de manera permanente o semipermanente permite proteger la parcela del sol, lluvia y viento; esto evita que el suelo se pierda por efecto de arrastre o bien se seque. Esta capa “protectora”, también permite que los microorganismos del suelo descompongan el material vegetal, incorporando con ello parte de los nutrientes presentes en la cubierta.

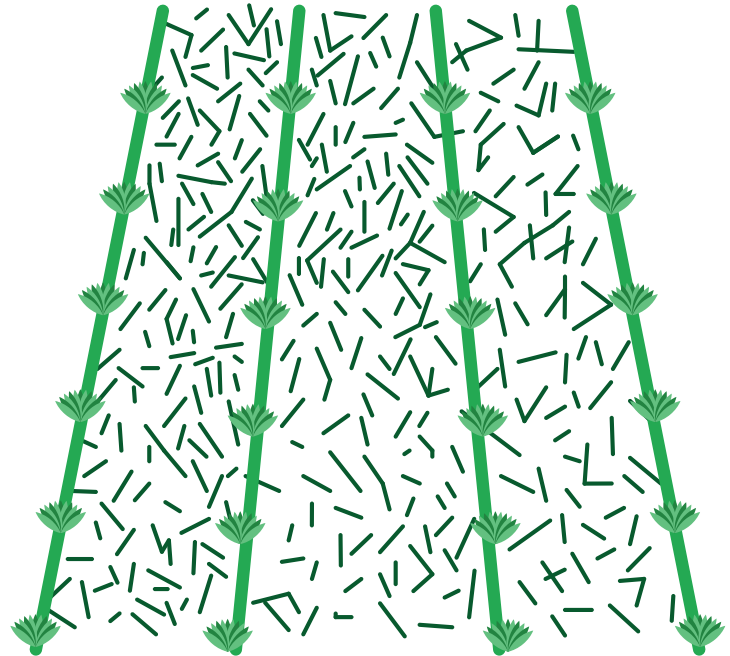


Figura 21. Labranza cero: colocación de restos de material muerto en las fajas o pasillos entre surcos con cultivos.

- Es ampliamente recomendable “arborizar” (árboles o arbustos) los cultivos; con ello se incorporan más nutrientes al suelo, se reduce la cantidad de malezas, se retiene y protege el suelo, se pueden aprovechar otro tipo de recursos (maderables, frutales) entre otros beneficios^{14, 18}.

Los sistemas agroforestales combinan la producción de cultivos agrícolas, frutales, productos forestales maderables y no maderables, pastos y animales, usando diferentes arreglos espaciales y temporales (Combe y Budowski, 1979)²⁵.

Cercas vivas o linderos con árboles o arbustos

Son hileras de árboles o arbustos que se colocan en los límites de las parcelas con el objetivo de delimitar la propiedad y proteger los cultivos, pastizales o predios del daño por animales o personas. Es una alternativa a los cercos de púas establecidos con postes de madera muerta²³.

Consideraciones

- Identificar las necesidades de la parcela, ya que la selección de especies para delimitar la propiedad también

puede servir para el aprovechamiento de otros recursos: madera, leña, frutos, flores para miel, forraje e incluso ornamental. Ejemplo de estas son: Ilite (*Alnus acuminata*), Chalahuite (*Inga spp*), Colorín (*Erythrina americana*), Hui-zache (*Acacia pennatula*), Chirimoya (*Annona cherimola*), Fresno (*Fraxinus uhdei*), entre otras.

- Tener especial cuidado en la selección de especies, ya que podrían afectar parcelas vecinas; ya sea que compitan por recursos como agua, luz o nutrientes, o bien que “afecten” a los animales.
- Usualmente se disponen en una sola hilera de especies leñosas (árboles o arbustos), pero dependiendo de las características del terreno (tipo de suelo, pendiente, orientación) así como del clima, también pueden sembrarse otro tipo de plantas: nopales, izotes, bambúes, entre otras.
- Se pueden seleccionar varias especies de diferentes alturas y usos, dependiendo de las necesidades de la parcela. Se pueden utilizar semillas, plántulas o estacas; éstos últimos usualmente de 1.5 a 2.5 metros de largo y entre 5 a 12 centímetros de grosor.
- Es recomendable además seleccionar especies que sean de rápido crecimiento y tengan alta capacidad de rebro-

te; usualmente se eligen especies que sean fácilmente reproducidas mediante estacas o esquejes.

- Si se seleccionan especies para aprovechamiento maderable, se debe evitar fijar el alambrado con grapas metálicas. Son indispensables podas regulares para obtener fustes libres de nudos^{23, 14}.
- Sembrarlas al comienzo o durante la temporada de lluvias. Al inicio necesitan protección contra animales y cuidados adicionales para propiciar su enraizamiento y establecimiento (más detalles sobre estos cuidados en Sanchún et al, 2016 páginas 309-310).

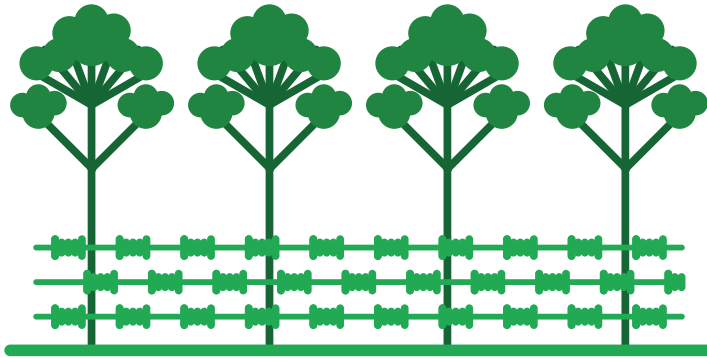


Figura 22. Representación de cercas vivas para delimitar la parcela.

Beneficios

- Dependiendo de la selección de especies, representan un alto valor y uso múltiple, ofreciendo una variedad de recursos o productos adicionales que sirven como apoyo económico.
- Ofrece abrigo y alimento para otro tipo de fauna: abejas, aves; hay que tener especial cuidado ante presencia de plagas.
- Pueden utilizarse dentro de la parcela, para separar cultivos o áreas internas.
- Resultan más baratos que los cercos de madera muerta, ya que el costo inicial es casi nulo, mientras que a mediano y largo plazo sólo requiere cierto mantenimiento (poda y clareos). Es recomendable no pasar de 3 podas por individuo al año.
- Dependiendo de la especie establecida, algunas de ellas incorporan nitrógeno al suelo (el Colorín -*Erythrina americana*- e llite -*Alnus acuminata*- por ejemplo).
- Los árboles sembrados con fines de forraje se aprovechan mejor después de 2 o 3 años de establecidos (géneros *Acacia*, *Erythrina*, *Leucaena* entre otros).

Barreras rompe viento

En áreas con fuerte exposición a vientos dominantes se recomienda utilizar especies de plantas de tipo leñoso, aunque también se emplean otro tipo de plantas como algunas especies de nopal (*Opuntia spp.*); en conjunto contrarrestan la erosión eólica, la desecación del suelo y/o cultivos asociados²².

Consideraciones

- Reconocer las áreas expuestas a fuertes vientos. Colocar la barrera de manera perpendicular a la dirección de los vientos dominantes.
- Idealmente, para asegurar su óptima eficacia, se recomienda utilizar un patrón de sembrado a tresbolillo (intercalado entre surcos) y sembrando tres estratos: bajo, medio y alto; cada uno conformando un surco. La densidad de siembra depende mucho de las especies que se emplearán, pero en especies de tipo leñoso se recomienda una distancia de 1 a 3 metros de separación entre individuos/plantas^{14, 19, 22}.
- Requiere ciertos manejos: una poda de formación a los seis meses con el objeto de que quede bien consolidada.



Figura 23. Representación de barrera rompe viento.

En las especies leñosas empleadas, se deben entresacar los retoños y eliminar las plántulas de los bordes; esto permitirá que la barrera no abarque más espacio del destinado y permite su consolidación.

- No deben emplearse cerca de cauces de agua, manantiales o nacimientos de agua, debe haber una distancia mínima de 30 metros, sobre todo cuando se utilizan especies de rápido crecimiento con alta demanda de agua (Eucalipto, por ejemplo).

Beneficios

- Favorecen el desarrollo de una capa delgada de aire húmedo sobre el cultivo o la parcela, protegiéndolo; esto permite una regulación del microclima, particularmente de la temperatura, balanceando los cambios de enfriamiento y sobrecalentamiento.
- Dependiendo de la altura promedio de la especie más alta seleccionada, se considera que pueden disminuir entre un 60% y 80% de la velocidad del viento, en las partes más cercanas a ésta^{14, 19}. La distancia máxima de protección varía entre 15 a 20 veces la altura de los árboles; barreras rompe viento con altura promedio de

10 metros protegerán hasta una distancia de entre 150 a 200 metros¹⁴. Además de la altura, la protección también depende de la especie seleccionada, la permeabilidad de su dosel, así como del distanciamiento entre árboles e hileras de árboles seleccionados.

Sombra para café

Existen cultivos permanentes como el café que pueden establecerse bajo la sombra de especies nativas de bosque (acahuales), o bien sembrarse junto con especies arbóreas que desean aprovecharse después de cierto tiempo, sean maderables, frutales o proveedoras de algún otro recurso.

Consideraciones

- Elegir el sitio donde se desee establecer el cultivo permanente de café, si se comienza en un sitio de pastizal o cultivo de reciente abandono, los costos pueden elevarse, ya que no existe cobertura arbórea que proteja el cultivo de café. Se requiere limpiar el sitio y preferentemente cercar, para evitar disturbios a las plantas a ser introducidas (Douterlungne y Ferguson, 2012)²⁶.
- La siembra de especies arbóreas puede ser a través de



Figura 24. Sombra diversificada para plantaciones de café.

semillas, estacas o plantas de vivero, siendo esta última un poco más costosa, pero en términos de sobrevivencia de plantas relativamente más idónea. Para reducir los costos se puede optar por aquellos acahuales en fase sucesional secundaria con una cobertura arbórea entre el 45 y 50%, pues es la cantidad de sombra que debe mantenerse para obtener los mejores rendimientos,²³ donde además de “conservar” las especies nativas del bosque en proceso de regeneración, se desea obtener un beneficio adicional mediante la siembra del café.

- El cultivo de café requiere de un mantenimiento constante tanto de la sombra que generan los árboles / arbustos, así como del cultivo en sí; sin embargo, en un sistema tradicional de café básicamente se requiere limpiar de malezas y arbustos del sotobosque para favorecer el crecimiento de los árboles y el cafetal.
- La elección de especies arbóreas aprovechables está en función de la sombra que aporten, particularmente se busca que provean de una sombra ligera y un suministro continuo de hojarasca que nutra el suelo y al cultivo de café, así como con raíces cortas que no interfieran con el cultivo²³.

Beneficios

- Cultivos permanentes permiten un almacenamiento o secuestro de carbono en la biomasa (aérea y subterránea) constante en las plantas de café, así como de los árboles y arbustos asociados a la sombra, esto se traduce en una mayor acumulación de carbono en comparación con cultivos anuales¹⁴.
- Se estima que la acumulación total (suelo, hojarasca, ramas y en la vegetación) de carbono en diferentes combinaciones de sombra en el cafetal (café-macadamia, café-plátano, café-chalahuite, café-cedro rosado), es alrededor de 110 toneladas de carbono por hectárea (Espinoza-Domínguez et al., 2012)²⁷.
- Las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo tienden a mejorarse bajo este esquema de cultivo, debido principalmente a la materia orgánica que se ingresa por los árboles utilizados como sombra. Una sombra proveniente de varias especies de árboles, suele reducir la acidez del suelo y mejorar el contenido de potasio; también favorece el reciclaje de nutrientes, entre ellos el nitrógeno, elementos esenciales para el rendimiento del cafeto (Villarreyna-Acuña, 2016) .
- Las plantas de cafetal producen después del tercer año, por lo que el tiempo para generar ingresos es relativamente corto²⁶. El máximo rendimiento se obtiene en plantas de alrededor de los 8 años de edad, esto varía respecto a los factores agroclimáticos de cada zona, particularmente el tipo de suelo y clima. Después de 15 a 20 años los cafetos comienzan a reducir su rendimiento ²⁸.
- La sombra de las especies arbóreas permite obtener granos de mejor calidad, hecho que se traduce en el precio de compra. Recopilaciones de varios estudios han demostrado que la sombra sobre el cafetal reduce la bienalidad de la producción (a un año de alta producción le sigue un año de baja producción) efecto muy marcado en cafetales a pleno sol. También se ha demostrado un mayor cuajado o amarre de los frutos en los cafetos bajo sombra, debido a que se evita la quema directa por la luz solar²⁸.
- En conjunto con especies aprovechables se pueden generar ingresos ocasionales por la venta de especies maderables (*Trema micrantha*, *Alnus acuminata* y algunas especies de *Quercus spp.*, por ejemplo), o bien por productos derivados de especies frutales tales como naranjas, macadamia, jinicuiles, plátanos, entre otros (Sánchez-Hernández et al, 2017)²⁹.

Prácticas sustentables en los hogares

Estas prácticas sustentables se realizarán desde los hogares en la zona de influencia y no directamente en el Cerro del Estropajo; en este sentido, las acciones abajo especificadas, reforzarán otras medidas teniendo como objetivo principal disminuir la presión a las amenazas presentes en el área tales como: el robo hormiga a cultivos, el uso de agroquímicos y pesticidas, la degradación del suelo y la extracción irracional de leña.

Huertos urbanos y periurbanos

La agricultura urbana y periurbana, es generalmente practicada en pequeñas superficies (terrazas, techos, patios, ventanas, etc.) situadas dentro de una ciudad o en su periferia y que son destinados a la producción de cultivos para el consumo propio o para la venta en mercados locales. Ante el rápido crecimiento de las ciudades y la alta demanda de alimento, los huertos urbanos y periurbanos ofrecen una alternativa de acceso a alimentos frescos y saludables, son cruciales para combatir el hambre. Además, fortalecen la resiliencia de las ciudades frente al cambio climático pues

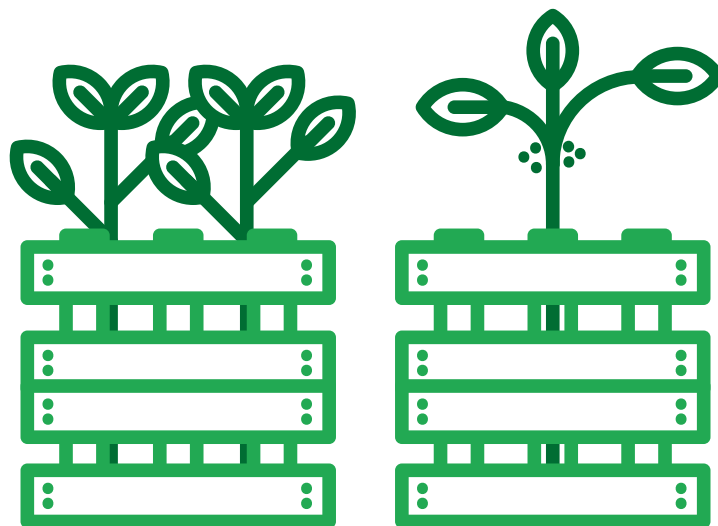


Figura 25. Huertos urbanos y periurbanos.

aumentan la cobertura vegetal, disminuyen la temperatura de las ciudades e incluso reducen el riesgo de inundación cuando hay lluvias intensas.

Consideraciones

- Para iniciar un huerto lo primero a considerar es el espacio que se tiene en casa, que puede ser desde una ventana hasta un patio o techo. De acuerdo a ello, se podrá elegir el material para sembrar, como: macetas, huacales de madera, tubos PVC, llantas, o también se pueden reciclar botes, cubetas, tinas, botellas de PET, entre otros materiales.
- Es necesario ubicar el huerto en un lugar ventilado donde reciba el sol en algunas horas del día.
- En el caso de tener mascotas, tratar que el huerto este protegido de ellas.
- Evitar colocar el huerto en sitios con mucha corriente de aire, o bien, colocar algunas barreras para el viento.
- El acceso al agua es importante para un huerto por lo que es necesario tener acceso a una fuente de agua cercana.
- Elige que sembrar de acuerdo a lo que te gusta consumir.
- Es recomendable conseguir semillas locales, también puedes utilizar las semillas directamente de los frutos que consumes, por ejemplo; de los jitomates, chiles, pimientos, etc.
- Nunca está de más investigar un poco sobre la época y requerimientos de siembra de las especies de interés³⁰.

Beneficios

- La agricultura urbana y periurbana, podría suministrar gran parte del consumo recomendado de verduras para los habitantes de las ciudades, proporcionando seguridad alimentaria a las familias.
- Los huertos promueven una alimentación saludable y fomenta la valoración de los alimentos que consumimos.
- Favorecen el consumo de alimentos de temporada y libres de fertilizantes.
- Se reduce el desperdicio de los alimentos, pues se corta solo lo necesario para ir consumiéndolo.
- Disminuye el cambio de uso de suelo para actividades agrícolas.
- Reducción en las emisiones del transporte de los productos agrícolas.
- Menor gasto de energía para la producción de alimentos a gran escala.
- Reducción en el gasto económico familiar.
- Los huertos urbanos y periurbanos, son un paso más para lograr sistemas alimentarios, resilientes y sostenibles con suficiencia alimentaria y calidad nutricional.

La sostenibilidad social, económica y ambiental de los sistemas alimentarios y la evolución de las dietas urbanas dependerán principalmente de la gestión de los sistemas alimentarios en las zonas urbanas y periurbana³¹

Captación de agua de lluvia

El agua es un recurso básico para cualquier especie, por lo tanto, es de gran relevancia tener un adecuado manejo de este recurso. Entre las diferentes causas que han contribuido a la falta de disponibilidad de agua en calidad y cantidad se encuentran; el rápido crecimiento demográfico, la pérdida de cobertura de vegetación, el cambio climático (reflejado en impredecibles cambios en los patrones climáticos que dan lugar a eventos de sequías e inundaciones), la contaminación, la falta de sitios para infiltración y la falta de infraestructura para abastecimiento de agua potable; entre otras causas.

En un futuro no muy lejano, el sistema de captación de agua de lluvia será un mecanismo de sobrevivencia necesario y de gran utilidad para proveer de agua a nivel doméstico. En este sentido, no se requiere de gran tecnología para iniciar a capturar agua en los hogares, pues el agua de lluvia

puede ser interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso.

Consideraciones

- El techo es clave para la captación de agua de lluvia doméstica, el tener una superficie amplia y con la pendiente adecuada facilita la captación.
- El componente de conducción es importante, pues dirigirá el agua hacia el sitio de almacenamiento, pueden ser tubos, canaletas e incluso bambúes, aunque estos últimos se deterioran más rápido. La elección de los materiales será en función de los materiales y presupuestos disponibles.
- Poner un dispositivo que funcione como interceptor impide que material indeseable, como insectos hojarasca y otros animales entre al sitio de almacenamiento y contamine el agua.
- Es recomendable que la unidad de almacenamiento del agua sea durable e impermeable.
- Si se quiere utilizar el agua de lluvia para consumo humano se recomienda que pase por al menos dos procesos: el primero, un filtro para retirar partículas y el segundo un pro-

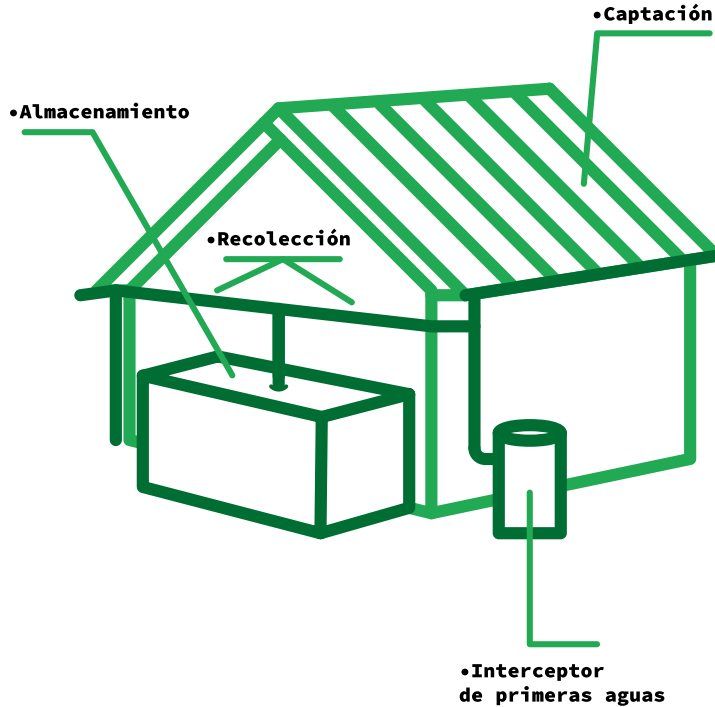


Figura 26. Captación de agua de lluvia.

ceso de potabilización, ya sea, osmosis inversa, cloración, rayos ultravioleta (UV), purificación por ozono, entre otros.

Beneficios

- A partir de la captación de agua de lluvia se puede obtener agua de calidad.
- Es un sistema útil para comunidades alejadas.
- Se pueden realizar estos sistemas con el empleo de mano de obra y materiales locales.
- Estos sistemas no requieren energía para su operación.
- Son sistemas de mantenimiento fácil y económico.
- Reducen la necesidad de construir nuevas presas.
- Protegen el caudal y el flujo de los ríos, pues disminuye la presión de extraer aguas de fuentes naturales.
- Reduce los costos de las redes municipales o locales.

El utilizar agua de captación de lluvia para el inodoro, lavar el patio, los trastes y la ropa, podrían ahorrar hasta el 50% del agua que se ocupa en nuestros hogares.

Compostas

La composta es un abono rico en nutrientes (principalmente, nitrógeno, fósforo y potasio) que se obtiene a partir de la descomposición microbiana de muchos de los residuos orgánicos del hogar como: frutas, verduras, cascarones de huevo, pastos secos, hojarasca, etc. Por acción de microorganismos se produce un material de gran utilidad para los suelos y para los cultivos ya que mejora la estructura y la fertilidad.

Usualmente, más de la mitad de la basura que generamos en nuestro hogar es orgánica y tiene como destino final basureros a cielo abierto, los cuales además de generar deforestación para establecer los basureros, son focos de infecciones humanas y que originan plagas como ratas, cucarachas, moscas y mosquitos; por lo que aprender a reciclar nuestros residuos orgánicos contribuye significativamente a disminuir la contaminación.

Consideraciones

- Entendemos por residuos orgánicos domésticos a los desechos de frutas, verduras, cascarones de huevo, hojas (verdes o secas), ramas, residuos de café y té,

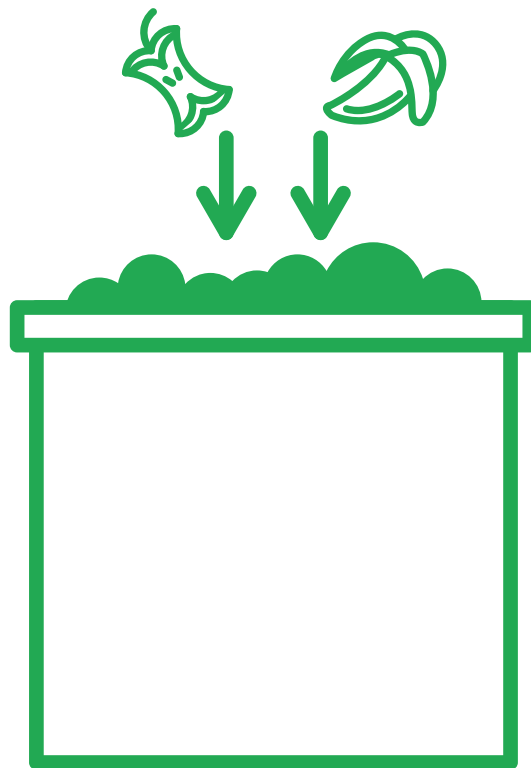


Figura 27. Composta, en esta representación se muestra un bote el cual puede ser utilizado para espacios pequeños y reducidos.

filtros de café y té (leer que sean de fibras naturales sin plásticos), cartón y papel (sin tintes o colorantes), madera (sin tratamientos para su preservación, barniz o pintura), pastos, raíces, semillas, paja, ceniza, aserrín, entre otros.

- Existen varios tipos de composta, la elección dependerá en gran medida del espacio que se tenga disponible.
- Una cubeta y un contenedor para los líquidos (lixiviados), basta para iniciar una composta en espacios pequeños y reducidos.

Beneficios

- Tener composta es económico y fácil de implementar.
- Reduce la cantidad de basura que producimos en los hogares, es útil para comenzar un huerto familiar.
- Logra descomposición parcial o casi completa de algunos residuos agro-tóxicos.
- Recicla y reduce el volumen de desechos orgánicos, para convertirlos en abono.
- La composta es un abono que mejora la sanidad y el crecimiento de las plantas.
- Sirve como antibiótico en contra de microorganismos.

- Las plantas pueden obtener más nitrógeno como consecuencia de la relación C/N en el suelo.
- Devuelve nutrientes a la tierra, controla la erosión y evita la degradación del suelo causado por el lavado por lluvia y escurrimientos.
- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Disminuye los cambios bruscos de temperatura en el suelo.
- Retiene la humedad y permite el paso del aire.
- Actúa como esponja que retiene agua y la libera poco a poco en beneficio de las plantas.

Estufas ahorradoras

Una de las amenazas que ejercen presión sobre la cobertura vegetal del Cerro del Estropajo, es la extracción de leña para ser utilizada como combustible, a pesar de que la gran mayoría de los habitantes del Cerro ocupan actualmente gas, existe evidencia que en muchos casos usan tanto combustibles modernos (gas LP) como combustibles tradicionales (leña), este último, como un combustible alternativo ante el elevado precio del gas LP. Ante ello, las estufas Pat-sari podrían ser una solución apropiada para mantener los

usos y costumbres en torno al uso de las plantas nativas y cubrir las necesidades esenciales para cocinar.

Las estufas Patsari al día de hoy se consideran una de las mejores opciones para el uso de leña eficiente, además son fuertemente impulsadas por aspectos relacionados con la salud de los usuarios, pues reducen la generación de humo dentro de los hogares y por ende reducen los riesgos de contraer enfermedades respiratorias e infecciones oculares.

Las estufas Patsari eliminan el 90% del humo de los hogares y utilizan 60% menos de leña.

Consideraciones

- Para su implementación, es necesario ejecutar actividades de sensibilización y capacitación local.
- Tanto los constructores como los usuarios deben estar convencidos de los beneficios que ofrecen estas estufas, sobre todo en torno a la conservación de la vegetación del cerro y a la salud humana.
- Es posible adaptar las estufas a las necesidades de cada usuario, esto favorecerá la adopción y su uso.

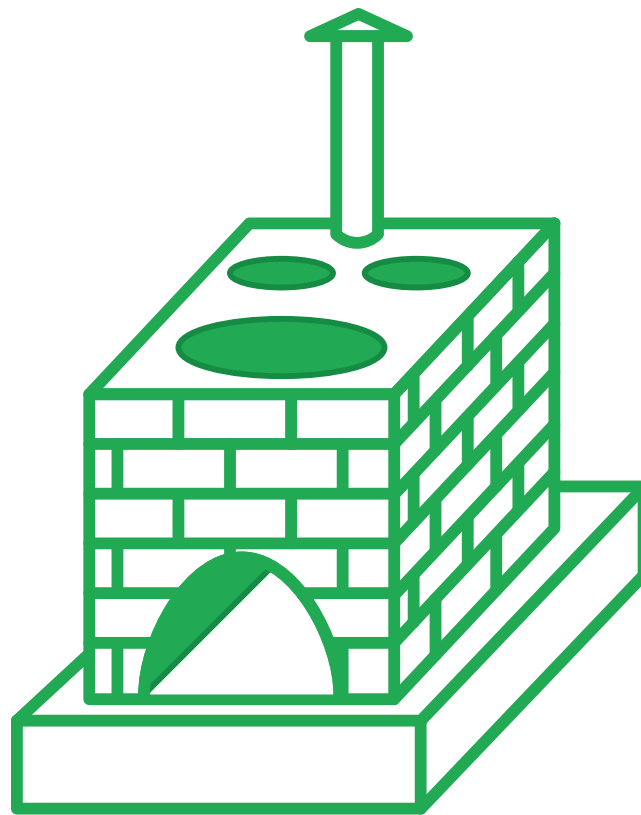


Figura 28. Estufa Patsari.

- Las estufas Patsari pueden ser realizadas con mano de obra local.
- El interior de las estufas es hecho de barro, arena y cemento, el exterior es realizado con ladrillo rojo.
- Su cámara interior y sus comales sellados no permiten el escape de humo.
- La estufa es fácil de usar y con un buen uso y mantenimiento su duración puede alcanzar hasta 10 años.
- Las superficies planas son ideales para cocinar tortillas y comidas tradicionales, y los exteriores de ladrillo las hacen permanentes y seguras para los niños.
- Expulsando el humo de la vivienda a través de la chimenea, reducen entre un 90 y 95% la contaminación del aire interior de los hogares, evitando enfermedades.
- Reduce la irritación de ojos y las enfermedades respiratorias ocasionadas por inhalar humo.

Beneficios

- Favorecen la conservación de los bosques, pues se reduce un 60% el consumo de leña.
- Permiten reducir el impacto global de las emisiones de los gases de efecto invernadero.
- Al reducir el consumo de leña, permiten a las familias ahorrar tiempo destinado a su recolección y transporte
- Su construcción es sencilla y rápida y puede ser asegurada por mano de obra local.
- El costo es bajo porque se construye con materiales disponibles localmente y solo se compran algunas partes prefabricadas como la chimenea y los comales.
- La estufa reduce los costos de otras fuentes energéticas aprovechadas para cocinar.

Las ciudades sostenibles y resilientes basadas en la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), tendrán mayores capacidades para enfrentar los impactos y vulnerabilidad al cambio climático.

Medidas habilitadoras

Las medidas habilitadoras, indirectas o blandas, son acciones que ayudarán a generar las condiciones necesarias para la implementación de medidas de adaptación directa en el lugar de trabajo (Guido, 2017³²). Por ejemplo: para ejecutar acciones de restauración (la cual es una medida implementadora), es necesario conocer información base como: quiénes son los propietarios, usos actuales y potenciales de sus predios, especies de flora en los sitios de referencia, etc. Toda esta información comprende a las medidas habilitadoras que ayudarán y fortalecerán las acciones de restauración cuando sean ejecutadas.

Otros ejemplos de medidas habilitadoras son: el generar información a través de estudios, dar asistencia técnica, el fortalecimiento de capacidades y los instrumentos de planeación o diseño como este escrito.

Estrategia de comunicación

Es bien reconocido el papel que tienen las comunidades para el éxito de cualquier actividad de conservación y restauración, para ello las estrategias de comunicación juegan un papel importante para reforzar ideas, sensi-

bilizar y generar apropiación de las actividades que se realicen acabo, sobre todo para que la población reconozca la importancia que tienen el desarrollo de estas actividades en la diversidad y los servicios ecosistémicos del CdE.

Consideraciones

- Las campañas de comunicación no solo son una herramienta para transmitir información, sino que se enfoca en las necesidades del receptor, en este caso los habitantes y colindantes del CdE.
- El lenguaje visual y escrito debe ser cercano a las comunidades objetivo ya que es indispensable para los procesos de socialización.
- Contar con una estrategia de comunicación durante y después del proyecto favorecerá la recepción y la permanencia del proyecto a largo plazo.
- Establecer un vínculo entre restauradores, agroecólogos y educadores escolares podría ser una herramienta poderosa para que la información llegue a estudiantes que viven en la zona, reforzando que los sistemas productivos sustentables benefician económicamente y a su vez

son amigables con el Cerro.

- Elaborar y distribuir materiales didácticos, podrían ser herramientas de utilidad para transmitir y reforzar información. Sobre todo, si son realizados con un enfoque de aprendizaje basado en juegos, el cual motiva a aprender mediante experiencias activas.
- Establecer un vínculo entre implementadores y medios informativos para hacer llegar información a un público general, para aumentar la conciencia sobre el valor ecológico del Cerro, así como la conservación de sus servicios ecosistémicos y de bienestar.
- En medida de lo posible, la comunicación debe de considerar enfoques de género, interculturalidad y ser intergeneracional.

Beneficios

- Las estrategias de comunicación son una de las mejores formas para lograr que los objetivos del proyecto y las actividades se ejecuten de manera eficiente y en el menor tiempo posible.
- Sensibilización y apropiación del proyecto, las actividades y el Cerro del Estropajo.

Fortalecimiento de capacidades

Para implementar varias de las actividades planteadas en la guía, sobre todo la medida “Prácticas sustentables en los hogares”, la cual depende en gran parte de la ejecución de los ciudadanos y habitantes del CdE y su área de influencia, es recomendable, realizar acciones de fortalecimiento de capacidades.

Estas acciones tendrán como finalidad brindar conocimientos, aptitudes, herramientas y de ser posible brindar acompañamiento para que los habitantes del CdE adopten las medidas y prácticas recopiladas en este documento.

Consideraciones

- Entre las temáticas a abordar en las capacitaciones se encuentran: presentación de los objetivos y esquemas de protección voluntaria, acompañamiento para realizar el trámite y su seguimiento, beneficios de las acciones de restauración en el Cerro del Estropajo, agroforestería y buenas prácticas (sobre todo en acciones de conservación de suelos en las parcelas), huertos urbanos, compostas, captación de agua de lluvia, ¿Qué son las estufas Patsari? y capacitación para su construcción.

Beneficios

- Las jornadas de capacitación contribuyen al entendimiento de las problemáticas y la importancia de trabajar en la conservación de los espacios verdes y periurbanos como lo es el CdE.
- El fortalecimiento de capacidades en torno a las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) suman a contrarrestar los retos de la sociedad, como lo son: el cambio climático, la seguridad alimentaria, la degradación de la tierra y la disponibilidad de agua; por mencionar algunos.
- Invertir en el fortalecimiento de capacidades es compartir la responsabilidad por la sostenibilidad.
- La capacitación estimula la reflexión.

Pagos por Servicios Ambientales

En México, existe el esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA), el cual es realizado por el Gobierno Federal a través de la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), su principal objetivo ha sido reconocer económicamente el valor de los servicios ecosistémicos que brindan los ecosistemas. Entre los conceptos explorados se encuentran: servicios ambientales hidrológicos, conservación de la bio-

diversidad, sistemas agroforestales con cultivos bajo sombra y el secuestro de carbono.

Gestionar la posibilidad de establecer los PSA en el Cerro del Estropajo, podría ofrecer una oportunidad para la conservación de este sitio, no obstante, requiere de explorar las mejores restricciones y lineamientos para elegir a los participantes.

Consideraciones

- Establecer PSA, implica administrar el esquema y monitorear la provisión de servicios ambientales, para ello es importante involucrar a instituciones y otras organizaciones como facilitadoras de estas actividades.
- Los PSA requieren de gobernanza y de coordinación inter e intra institucional.
- Se requiere de confianza entre los involucrados.
- El mayor incentivo para la conservación debería ser la conservación de los bienes y servicios ambientales.

Beneficios

- Los PSA focalizan sus esfuerzos en ecosistemas estratégicos con alta provisión de servicios ecosistémicos y

con alto riesgo de amenaza o presión, por lo que el CdE, es candidato.

- Los PSA evitan el deterioro de los medios de vida de las poblaciones más vulnerables, pues muchas de ellas dependen de los recursos naturales de los que son poseedores.
- Los derechos de propiedad son totales para los proveedores del servicio ambiental.

Coordinación con autoridades

Como se mencionó al inicio de esta guía, el Cerro del Estropajo se encuentra entre los límites de Xalapa y Tlalnelhuayocan, lo que para los habitantes es considerado como un problema, pues ambos se deslindan sobre la jurisdicción del mismo; ante ello se detectaron tres actividades a abordar de forma transversal por ambos gobiernos municipales de forma transparente, cooperativa y participativa:

1. Planeación urbana y territorial

Los actuales cambios producidos por el cambio climático, requieren del esfuerzo de los gobiernos y de los ciudadanos

a tomar medidas efectivas para el medio ambiente, sobre todo en materia de conservación, Reducción del Riesgo del Desastre (RRD), ordenamiento y planeación territorial.

Los peligros actuales en el Cerro del Estropajo, tales como los deslaves, derrumbes, la erosión hídrica, e inclusive inundaciones en su área de influencia, requieren de planes de desarrollo y de prevención articulados a instrumentos normativos de ordenamiento.

En este sentido, el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Región Capital de Xalapa (POERCX³³), podría ser la principal directriz para dar seguimiento a las irregularidades en el cambio de uso de suelo y en el establecimiento de casas en zonas de peligros.

A grandes rasgos el CdE, contempla tres UGA: Preservación-Restauración (3), Restauración (97) y Sujeto a instrumento de planeación urbana (145).

2. Vigilancia y seguridad pública

En el CdE, otra de las amenazas detectadas es la tala y robo clandestino, principalmente de leña, madera y los productos obtenidos dentro de los cultivos. En algunas zonas del Cerro, la vigilancia entre los vecinos de predios colindantes

ha resultado una buena estrategia para vigilar el robo hormiga, no obstante, un esfuerzo de seguridad pública sería recomendable para esta zona.

3. Vinculación con medio ambiente.

Con respecto al medio ambiente, la pérdida y contaminación de las fuentes de agua natural resulta relevante a ser un tema a afrontar, así mismo, ejecutar practicas sustentables desde los hogares que disminuyan presión al CdE, por lo que fortalecer las capacidades en los habitantes podría ser de gran valor en el cambio de percepciones y hábitos para conservar, proteger y dar uso sustentable al CdE.

Literatura citada

- 1 Williams-Linera, G. (2012). El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CO-NABIO-Instituto de Ecología A.C., 208p.
- 2 Asbjornsen, H., & Manson, R. H. (2015). Gestión de cuencas hidrográficas mediante pagos por servicios hidrológicos: experiencias de México en el centro de Veracruz. En: J. S. Hall, V. Kirn, & E. Yanguas-Fernández (Eds.), La gestión de las cuencas hidrográficas para asegurar los servicios ecosistémicos en las laderas del neotrópico. (pp. 129–143). Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Banco Interamericano de Desarrollo.
- 3 City Adapt (2019). Estudio de vulnerabilidad ante el cambio climático en Xalapa y Tlalnelhuayocan, Veracruz. Proyecto “Construcción de Resiliencia Climática en Sistemas Urbanos mediante la Adaptación basada en Ecosistemas AbE, en América Latina y el Caribe”.
- 4 Cervantes-Pérez J, Palma-Grayeb B. E., Pérez-Sesma J. A. A., Morales-Cortés R. E., Hoyos-Reyes C., López-Badillo C. y García-Santiago O. (2015). Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía en Xalapa y Zona Urbana. Comisión Nacional del Agua, Universidad Veracruzana y Programa Nacional Contra la Sequía. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99856/PMPMS_ZM_Xalapa_Ver.pdf
- 5 Se realizaron diez entrevistas y ocho recorridos en campo con los propietarios, en los cuales participaron un total de 23 personas (6 mujeres y 17 hombres); en los talleres participaron un total de 27 personas (18 mujeres y 9 hombres).
- 6 Los derrumbes se consideran como “fenómeno geológico que consiste en la caída libre y en el rodamiento de materiales en forma abrupta, a partir de cortes verticales o casi verticales de terrenos en desnivel” (City Adapt, 2019).
- 7 Los deslizamientos son considerados “fenómenos de desplazamiento masivo de material sólido que se produce bruscamente, cuesta abajo, a lo largo de una pendiente.” (City Adapt, 2019).
- 8 El mapa se derivó de una serie de imágenes obtenidas con dron durante los días 19 y 22 de enero de 2021, complementado con visitas a campo durante febrero y marzo del mismo año para reconocer los cultivos y usos de suelo presentes en la zona, así como para su posterior verificación. La clasificación fue realizada manualmente, para obtener la máxima precisión, sobre la imagen segmentada en ArcMap 10.4, en un método similar al empleado por Conafor (2021). De esta manera se identificaron 13 clases, de las cuales siete corresponden a cultivos (maíz, calabaza, papatla, café, hortalizas, nopal y plátanos), dos a etapas de sucesión de bosque (acahual y bosque perturbado), tres (terracería, urbano construido y sin vegetación aparente) a coberturas antropizadas, además de los pastizales. El mapa de uso de suelo y vegetación se complementó con la capa de Acumulación de Peligros de City Adapt, 2019, a la cual se agregaron seis derrumbes que se han registrado en los talleres con los propietarios y posesionarios de las parcelas ejidales del Cerro del Estropajo.

- 9 Duarte, N., Cuesta F., Arcos I. (2018). Selección y establecimiento de estrategias y prácticas de restauración. En: Proaño, R., Duarte N., Cuesta F. (Eds.). 2018. Guía para la restauración de bosques montanos tropicales. CONDESAN. Quito-Ecuador. <https://condesan.org/wp-content/uploads/2019/07/Modulo-2-DIGITAL.pdf>
- 10 Hardwick, K., Healey J. R., Elliott S. & Blakesley D. (2004). Research needs for restoring seasonal tropical forests in Thailand: accelerated natural regeneration. *New Forests*, 27(3), 285-302.
- 11 Ceccon, E. (2013). Restauración en ecosistemas tropicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. Ciudad de México, México: UNAM-Ediciones Díaz de Santos.
- 12 Anderson, M.L. (1953). Plantación en grupos espaciados. *Unasylya* 7 (2):61-70.
- 13 Reis, A., Bechara F. C., Espíndola M. D., Vierira N. K. & Souza, L. D. (2003). Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. *Natureza & Conservação*, 1(1), 28-36.
- 14 Sanchún, A.R., Botero A.M., Beita G., Obando R.O., Russo C., Scholz C. y Spinola M. (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. UICN, San José, Costa Rica. XIV, 436p.
- 15 Di Sacco, A., Hardwick K. A., Blakesley D., Brancalion P. H., Breman E., Cecilio Rebola L. & Antonelli A. (2021). Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits. *Global Change Biology*, 27(7), 1328-1348. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.15498>
- 16 Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Rev. Cienc. Agr.* 33(2):117-124. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.58>.
- 17
$$\text{Pendiente promedio} = \frac{\text{Sumatoria de las mediciones (\%)}}{\text{Número de mediciones}} = \text{Pendiente promedio } \%$$
- 18 Vázquez-Ramírez J. y Álvarez-Oseguera L. R. (2020). Policultivo Intercalado con Árboles Frutales en el Parque Nacional Cofre de Perote. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, GIZ. 47p.
- 19 Conafor. (2018). Protección, restauración y conservación de suelos forestales, manual de obras prácticas. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 5a edición. 295p.
- 20 FAO (n. d). Manual de ordenación de cuencas hidrográficas: estabilización de laderas con tratamientos del suelo y la vegetación. 13/1. <http://www.fao.org/3/AD081S/AD081s00.htm#cont>
- 21 Highland, L.M. y Bobrowsky P. (2008). Manual de derrumbes. Guía para entender todo sobre los derrumbes. Reston, Virginia, Circular 1325 del Sistema Geológico de los EUA, 129p.
- 22 Montoya, S. (2004). Guía técnica para la restauración ecológica en áreas con plantaciones forestales exóticas en el distrito capital. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), Bogotá, Colombia, 92p.
- 23 Soto-Pinto, L., Jiménez-Ferrer G. y Lerner-Martínez T. (2008). Diseño de Sistemas Agroforestales para la Producción y la Conservación Experiencia y Tradición en Chiapas. Primera edición. El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR, 90p.

- 24 Rojas-Sandoval, J. (2016). *Eriobotrya japonica* (loquat). *Invasive Species Compendium*, 20559.
- 25 Combe, J., y Budowski, G. (1979). *Classification of agro-forestry techniques. Proc agro-forestry systems in Latin America*. Costa Rica: CATIE, 17-47.
- 26 Douterlungne D. y Ferguson B. (2012). *Manual de restauración ecológica campesina para la selva Lacandona*. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, 94p.
- 27 Espinoza-Domínguez, W., Krishnamurthy L., Vázquez-Alarcón A., Torres Rivera A. (2012). *Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café*. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(1): 57-70.
- 28 Villarreyna-Acuña, R. (2016). *Efecto de los árboles de sombra sobre el rendimiento de los cafetos, basado en perfiles de daño*. CATIE, Cirad, Conservation International, 34p.
- 29 Sánchez-Hernández, S., Mendoza-Briseño M. A. y García-Hernández R. V. (2017). *Diversificación de la sombra tradicional de cafetales en Veracruz mediante especies maderables*. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 8(40):7-17
- 30 *Para consejos rápidos para huertos urbanos te sugerimos visitar la siguiente página* <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/GuiaHuertosUrbanosFamiliares.pdf>
- 31 FAO. 2019. *Framework for the urban food agenda*. Roma, Italia. 44p. ISBN 978-92-5-131274-2
- 32 Guido Aldana, P.A. 2017. *Cambio climático: selección, clasificación y diseño de medidas de adaptación / Pedro Antonio Guido Aldana -- Jiutepec, Mor.: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 96 p.*
- 33 *Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. (2018). Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Región Capital de Xalapa. Gaceta Oficial del del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, Tomo CXCVII, Núm. Ext. 170, viernes 27 de abril. Xalapa-Enríquez, Ver.*

Anexo 1

Factores a considerar en la implementación de las prácticas para la conservación, restauración/enriquecimiento y manejo de los recursos naturales del Cerro del Estropajo.

Medida	Práctica	Nivel degradación	Tipo de erosión	Peligros acumulados	Pendiente tanto en % como en °					Profundidad mínima del suelo (centímetros)	Tipo de topografía	Costo
					Ligeras (< a 15° = <8.5%)	Medianamente inclinadas (15 - 20° = 8.5%-11.3%)	Fuertemente inclinadas (20 - 30° = 11.3%-16.7%)	Muy fuertemente inclinadas (30-45° = 16.7%-24.2%)	Abruptas (> 45° = >24.2%)			
1. Protección voluntaria de tierras	ADVC APC	Ligero a moderado	Sitios sin erosión aparente	2 y 3 peligros			x	x	x	NA	Accidentada	Bajo
2. Restauración de la funcionalidad y conectividad	Regeneración natural (R. pasiva)	ligero (preferible) a medio	Sitios sin erosión aparente	Con o sin peligros	x	x	x	x	x	NA	Uniforme accidentada	Bajo
	2.1 Grupos Anderson <small>Plantaciones de bosques y parcelas arboladas (R. activa o asistida):</small>	medio a alto	Sitios sin erosión aparente	2 y 3 peligros	x	x	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel)	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel y terrazas)	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel y terrazas)	30 a 40	Uniforme accidentada	Alto
	2.2 Transposición de suelos	medio a alto	Erosión laminar	2 y 3 peligros	x	x	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel)	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel y terrazas)	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel y terrazas)	15 a 25	Uniforme accidentada	Bajo
	2.3 Perchas y madrigueras	medio a alto	Sitios sin erosión aparente	Con o sin peligros	x	x	x (con trazado a curvas de nivel)	x (con trazado a curvas de nivel y terrazas)	x (con trazado a curvas de nivel y terrazas)	50 cm (perchas) NA (madrigueras)	Uniforme accidentada	Bajo a medio
3. Conservación de suelos	3.1 Estabilización de laderas con curvas de nivel y/o terrazas	ligero a alto	Hídrica laminar	2 y 3 peligros	x	x	x (sólo terrazas individuales)	x (sólo terrazas individuales)	x (sólo terrazas individuales)	10	Uniforme accidentada	Medio
	3.2 Labranza cero	medio a alto	Hídrica laminar	Sin peligros	x	x	X			NA	Uniforme	Bajo
	3.3 Cercas vivas	ligero a alto	Con o sin erosión	Con o sin peligros	x	x	x (con trazado a curvas de nivel, si el límite lo permite)	x (con trazado a curvas de nivel, si el límite lo permite)	x (con trazado a curvas de nivel y terrazas individuales)	< 40	Uniforme accidentada	Bajo

Medida	Práctica	Nivel degradación	Tipo de erosión	Peligros acumulados	Pendiente tanto en % como en °					Profundidad mínima del suelo (centímetros)	Tipo de topografía	Costo
					Ligeras (< a 15° = <8.5%)	Medianamente inclinadas (15 – 20° = 8.5%-11.3%)	Fuertemente inclinadas (20 -30 ° = 11.3%-16.7%)	Muy fuertemente inclinadas (30-45 ° = 16.7%-24.2%)	Abruptas (> 45° = >24.2%)			
	3.4 Barreras rompe viento	ligera a moderada	Eólica	NA	x	x	X	x		< 40	Uniforme	Medio a alto
	3.5 Cárcava pequeña: presa de ramas	ligera	Hídrica en cárcavas	2 y 3 peligros	x	x	X			< 40	Uniforme accidentada	Bajo
	3.6 Cárcava: presa de madera (morillos)	ligera a moderada	Hídrica en cárcavas	2 y 3 peligros	x	x	X			< 40	Uniforme accidentada	Medio
	3.7 Cárcava: presas de piedra acomodada	ligera a extrema	Hídrica en cárcavas	2 y 3 peligros	x	x	X	x		< 40	Uniforme accidentada	Medio a alto
	3.8 Cabeceo de cárcava	ligera a extrema	Hídrica en cárcavas	2 y 3 peligros	x	x	X			< 40	Uniforme accidentada	Medio a alto
4. Sistemas agroforestales (SAF)	4.1 Plantaciones forestales mixtas	ligera a moderada	Con o sin erosión	Idealmente sin peligros	x	x	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel)	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel)	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel y terrazas)	30 a 40	Uniforme accidentada	Medio a alto
	4.2 Cultivos diversificados	ligera a moderada	Hídrica, laminar	Idealmente sin peligros	x	x	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel)	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel y terrazas)	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel y terrazas)	30	Uniforme accidentada	Medio a alto
	4.3 Sombra para café	ligera a moderada	Hídrica laminar	Idealmente sin peligros	x	x	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel)	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel)	x (siembra a tresbolillo, con trazado a curvas de nivel y terrazas)	30 a 40	Uniforme accidentada	Alto
Prácticas sustentables en los hogares	No aplica											
Medidas habitadoras	No aplica											

Anexo 2

CATÁLOGO DE ESPECIES PARA LA RESTAURACIÓN

Agroforestería y conservación del suelo del Cerro del Estropajo



Catálogo de especies para la restauración, agroforestería y conservación del suelo del Cerro del Estropajo

La información del presente catálogo está basada en los trabajos de investigación que a lo largo de las décadas se han realizado en el centro de Veracruz, con el fin de restaurar y recuperar parte de los servicios ecosistémicos del bosque mesófilo degradado de la región (Avendaño-Yáñez et al, 2014; Avendaño-Yáñez et al, 2015; Álvarez-Aquino et al, 2004; Álvarez-Aquino et al, 2008; García-Hernández, 2017; González-Espinosa et al, 2011; Landero-Lozada, 2017; López-Barrera et al, 2016; López-Barrera et al, 2006; Montes-Hernández y López-Barrera, 2013; Muñoz-Castro et al, 2015; Pedraza y Williams-Linera, 2003; Pedraza y Williams-Linera, 2005; Ramírez-Bamonde et al, 2005; Toledo-Aceves et al, 2017; Sánchez-Velásquez et al, 2008; Williams-Linera et al, 2016), así como en recopilaciones de especies útiles para la restauración del bosque mesófilo en Veracruz y otros estados (Ceccon y Martínez-Garza, 2016; Gutiérrez-Carvajal y Dorantes-López, 2004; Lascurain et al, 2010; Martínez-Ovando, 2015; Montagnini et al, 2008; Niembro, 2010; RevivePro-

natura-C6, 2017; Vázquez-Yáñez et al, 1999). Así mismo, el listado se complementó con las especies mencionadas por los propietarios durante recorridos en sus predios y la implementación de los talleres familiares.

Para cada una de las especies se reconoció y clasificó su utilidad, por ejemplo, su uso como combustible, leña o carbón; comestible, semillas, frutos o derivados; medicinal entre otros. Se destacaron aquellas características ecológicas que resultan importantes en la implementación de estrategias de restauración tales como su rápido crecimiento, aprovisionamiento de hábitat y alimento para fauna silvestre o incluso su capacidad para incorporar materia orgánica al suelo, entre otros atributos. La mayoría de las especies propuestas son nativas y representativas del bosque mesófilo de montaña (BMM). Se destaca el rango altitudinal de distribución por especies, así como el papel que cada una juega en el proceso y dinámica de sucesión ecológica del BMM, es decir si son pioneras, intermedias o tardías (grupo suce-

sional), dependiendo de su tolerancia a la luz directa, grados intermedios de luminosidad o bien a la sombra generada por el dosel de especies preexistentes, respectivamente.

A partir de las características más importantes de cada especie: utilidad, atributos ecológicos para la restauración y su uso potencial en estrategias de restauración y dependiendo del tipo de uso de suelo actual y el interés del propietario en su predio, se seleccionaron las especies más idóneas. Para ello se aplicaron filtros de selección de las especies dependiendo de 1) los límites altitudinales por especie, 2) el uso destinado del área de intervención (restauración, conservación, uso sustentable de los recursos mediante sistemas agroforestales), 3) el grupo sucesional por especie, 4) la función de la estrategia de restauración y 5) el interés principal de los propietarios. En el siguiente cuadro se enlistan algunas de las especies más importantes por tipo de uso de suelo (52 especies, cuadro 1), también se incluyen fichas descriptivas de 34 especies con potencial para la restauración, conservación y uso sustentable de los recursos del Cerro del Estropajo.

Cuadro 1. Filtros empleados para la selección de especies potenciales para la restauración / enriquecimiento del Cerro del Estropajo (CdE), dependiendo de los diferentes tipos de uso de suelo identificados a lo largo de los predios. Se descartaron todas aquellas especies cuyos requerimientos altitudinales de distribución estuvieron fuera del rango altitudinal del CdE (1,450 - 1,650 msnm), filtro 1.

Uso de suelo actual	Filtro 2. Uso destinado del área de intervención	Filtro 3. Grupo sucesional	Filtro 4. Función en la estrategia de restauración y atributos ecológicos relevantes por especie (códigos)	Filtro 5. Interés de los propietarios	Medidas de restauración la conservación y uso y manejo sustentable del CdE	Especies potenciales (al menos uno de los atributos mencionados en el filtro 3)										
Zonas de deslaves , se desea retener el suelo	Restauración	Zonas de disturbio alto, equivalente a fase de sucesión inicial, elección de especies pioneras e intermedias que permitan el establecimiento de la vegetación en el área.	Recuperación de áreas degradadas, revegetación con especies: <ul style="list-style-type: none"> • Estabilizadoras de laderas (EL), • Controlen la erosión (CE), • Rápido crecimiento (RC). 	Retener el suelo, evitar nuevos deslizamientos.	• Conservación de suelos.	Especies usadas actualmente: Nopal (<i>Opuntia</i> spp.), Izote (<i>Yucca</i> spp.) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Alnus acuminata</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Quercus insignis</i></td> </tr> <tr> <td><i>Dendropanax arboreus</i></td> <td><i>Quercus laurina</i></td> </tr> <tr> <td><i>Liquidambar styraciflua*</i></td> <td><i>Ternstroemia sylvatica</i></td> </tr> <tr> <td><i>Prunus serotina ssp. capuli</i></td> <td><i>Trema micrantha</i></td> </tr> <tr> <td><i>Psidium guajava</i></td> <td></td> </tr> </table> <p>* tendencia a propagación malezoide, sembrar en menor proporción y darle manejo frecuente para evitar su crecimiento descontrolado.</p>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Quercus insignis</i>	<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Quercus laurina</i>	<i>Liquidambar styraciflua*</i>	<i>Ternstroemia sylvatica</i>	<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>	<i>Trema micrantha</i>	<i>Psidium guajava</i>	
<i>Alnus acuminata</i>	<i>Quercus insignis</i>															
<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Quercus laurina</i>															
<i>Liquidambar styraciflua*</i>	<i>Ternstroemia sylvatica</i>															
<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>	<i>Trema micrantha</i>															
<i>Psidium guajava</i>																

Uso de suelo actual	Filtro 2. Uso destinado del área de intervención	Filtro 3. Grupo sucesional	Filtro 4. Función en la estrategia de restauración y atributos ecológicos relevantes por especie (códigos)	Filtro 5. Interés de los propietarios	Medidas de restauración la conservación y uso y manejo sustentable del CdE	Especies potenciales (al menos uno de los atributos mencionados en el filtro 3)
---------------------	--	--------------------------------------	--	---	--	---

Cárcavas o zanjas por erosión hídrica	Restauración	Zonas de disturbio de medio a alto, equivalente a fase de sucesión inicial, elección de especies pioneras e intermedias que permitan el establecimiento de la vegetación en el área. Algunas intermedias y tardías que sean estabilizadoras de laderas en áreas circundantes.	Recuperación de áreas degradadas, revegetación con especies: <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de raíces extenso y superficial, • Rápido crecimiento (RC), • Aporte de materia orgánica al suelo (Ho), • Estabilizadoras de laderas (EL). 	Retener el suelo, evitar su agrandamiento y posibles deslizamientos.	• Conservación de suelos.	Especies usadas actualmente: Nopal (<i>Opuntia</i> spp.), Izote (<i>Yucca</i> spp.) <table border="1"> <tr> <td><i>Myrsine coriacea</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Bambusa</i> spp. (<i>bambú</i>)</td> <td></td> </tr> </table> <p>Más el listado de especies mencionadas para “deslaves”.</p>	<i>Myrsine coriacea</i>		<i>Bambusa</i> spp. (<i>bambú</i>)	
<i>Myrsine coriacea</i>										
<i>Bambusa</i> spp. (<i>bambú</i>)										

Uso de suelo actual	Filtro 2. Uso destinado del área de intervención	Filtro 3. Grupo sucesional	Filtro 4. Función en la estrategia de restauración y atributos ecológicos relevantes por especie (códigos)	Filtro 5. Interés de los propietarios	Medidas de restauración la conservación y uso y manejo sustentable del CdE	Especies potenciales (al menos uno de los atributos mencionados en el filtro 3)
---------------------	--	--------------------------------------	--	---	--	---

Zonas perturbadas de BMM con elementos arbóreos viejos remanentes.	Restauración + Conservación	Nivel de degradación medio, equivalente a fase sucesional secundaria intermedia, si se decide enriquecer se deben seleccionar especies intermedias y tardías .	Regeneración natural pasiva, posible enriquecimiento con especies típicas de bosque: <ul style="list-style-type: none"> • provean alimento y hábitat para fauna silvestre; atraigan dispersores (CF, Ha), • promuevan la precipitación de niebla (PN), • incorporen materia orgánica al suelo (Ho), • posible incorporación de otras medidas habilitadoras como el PSAH o su protección mediante ADVC o APC 	Dejar crecer el bosque.	<ul style="list-style-type: none"> • Protección voluntaria de tierras. • Restauración de la funcionalidad y conectividad del CdE (restauración pasiva). • Conservación de suelos. 	<table border="1"> <tr> <td><i>Carya palmeri</i></td> <td><i>Quercus germana</i></td> </tr> <tr> <td><i>Fagus grandifolia</i> var. <i>mexicana</i></td> <td><i>Quercus insignis</i></td> </tr> <tr> <td><i>Juglans pyriformis</i></td> <td><i>Quercus sartorii</i></td> </tr> <tr> <td><i>Persea schiedeana</i></td> <td><i>Tapirira mexicana</i></td> </tr> <tr> <td><i>Oreomunnea mexicana</i></td> <td></td> </tr> </table>	<i>Carya palmeri</i>	<i>Quercus germana</i>	<i>Fagus grandifolia</i> var. <i>mexicana</i>	<i>Quercus insignis</i>	<i>Juglans pyriformis</i>	<i>Quercus sartorii</i>	<i>Persea schiedeana</i>	<i>Tapirira mexicana</i>	<i>Oreomunnea mexicana</i>	
<i>Carya palmeri</i>	<i>Quercus germana</i>															
<i>Fagus grandifolia</i> var. <i>mexicana</i>	<i>Quercus insignis</i>															
<i>Juglans pyriformis</i>	<i>Quercus sartorii</i>															
<i>Persea schiedeana</i>	<i>Tapirira mexicana</i>															
<i>Oreomunnea mexicana</i>																

Uso de suelo actual	Filtro 2. Uso destinado del área de intervención	Filtro 3. Grupo sucesional	Filtro 4. Función en la estrategia de restauración y atributos ecológicos relevantes por especie (códigos)	Filtro 5. Interés de los propietarios	Medidas de restauración la conservación y uso y manejo sustentable del CdE	Especies potenciales (al menos uno de los atributos mencionados en el filtro 3)
---------------------	--	--------------------------------------	--	---	--	---

Acahuales, aprovechamiento mínimo de los recursos naturales.	Restauración + Uso sustentable	<p>a) Especies pioneras, intermedias y tardías (en menor proporción) en acahuales en fase de sucesión secundaria temprana (3 a 15 años, aproximadamente)</p> <p>b) Especies intermedias y tardías en acahuales en fase de sucesión secundaria intermedia a tardía (15 años en adelante).</p>	<p>Regeneración natural asistida para acelerar el proceso de sucesión ecológica, con especies que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crezcan rápidamente CR (a), • Nodrizas N (a), • Provean sombra S/sp (a), • Descompacten el suelo (a), • Ingresen materia orgánica al suelo Ho (a, b), • Provean alimento y hábitat para fauna silvestre y así favorecer la dispersión de semillas por aves y murciélagos CF, Ha. (a, b), 	<p>Apreciación del futuro bosque.</p> <p>Uso moderado de los servicios ecosistémicos que el bosque provee.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de la funcionalidad y conectividad del CdE (restauración activa). • Conservación de suelos. 	<p>a)</p> <table border="1"> <tr> <td><i>Alnus acuminata</i></td> <td><i>Oreomunnea mexicana</i></td> </tr> <tr> <td><i>Buddleja cordata</i></td> <td><i>Quercus lancifolia</i></td> </tr> <tr> <td><i>Carpinus caroliniana</i></td> <td><i>Trema micrantha</i></td> </tr> <tr> <td><i>Dendropanax arboreus</i></td> <td><i>Ulmus mexicana</i></td> </tr> <tr> <td><i>Liquidambar styraciflua</i></td> <td rowspan="2">más las especies del inciso b), pero en menor proporción</td> </tr> <tr> <td><i>Myrsine coriacea</i></td> </tr> </table>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Oreomunnea mexicana</i>	<i>Buddleja cordata</i>	<i>Quercus lancifolia</i>	<i>Carpinus caroliniana</i>	<i>Trema micrantha</i>	<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Ulmus mexicana</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>	más las especies del inciso b), pero en menor proporción	<i>Myrsine coriacea</i>
						<i>Alnus acuminata</i>	<i>Oreomunnea mexicana</i>										
<i>Buddleja cordata</i>	<i>Quercus lancifolia</i>																
<i>Carpinus caroliniana</i>	<i>Trema micrantha</i>																
<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Ulmus mexicana</i>																
<i>Liquidambar styraciflua</i>	más las especies del inciso b), pero en menor proporción																
<i>Myrsine coriacea</i>																	

Uso de suelo actual	Filtro 2. Uso destinado del área de intervención	Filtro 3. Grupo sucesional	Filtro 4. Función en la estrategia de restauración y atributos ecológicos relevantes por especie (códigos)	Filtro 5. Interés de los propietarios	Medidas de restauración la conservación y uso y manejo sustentable del CdE	Especies potenciales (al menos uno de los atributos mencionados en el filtro 3)
---------------------	---	-------------------------------	---	--	--	---

			<ul style="list-style-type: none"> • Propicien la precipitación de neblina PN (a, b), • Estabilizadoras de ladera, EL -acahuales en pendiente- (a, b). 			b) <i>Alfaroa mexicana</i> <i>Ostrya virginiana</i> <i>Carya palmeri</i> <i>Persea schiedeana</i> <i>Coccoloba pubescens</i> <i>Quercus germana</i> <hr/> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Quercus insignis</i> <i>Fagus grandifolia var. mexicana</i> <i>Quercus sartorii</i> <hr/> <i>Juglans pyriformis</i> <i>Quercus xalapensis</i> <i>Magnolia schiedeana</i> <i>Styrax glabrescens</i> <hr/> <i>Ocotea disjuncta</i> <i>Symplocos coccinea</i> <i>Oreomunnea mexicana</i> <i>Tapirira mexicana</i>
Acahuales, interés en especies maderables y no maderables.	Restauración + Uso sustentable	Particularmente en acahuales en fase de sucesión secundaria temprana (3 a 15 años aproximadamente; seleccionar especies pioneras e intermedias).	Restauración y manejo de los acahuales, con especies: <ul style="list-style-type: none"> • Rápido crecimiento (RC), • Capacidad de rebrote (RT), 	Autoconsumo de madera, leña o carbón. Alimentar al ganado.	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de la funcionalidad y conectividad del CdE (restauración activa). • Conservación de suelos. • Sistemas agroforestales. 	<i>Alnus acuminata</i> <i>Quercus insignis</i> <i>Alchornea latifolia</i> <i>Inga inicuil</i> <i>Casimiroa edulis</i> <i>Persea americana</i> <hr/> <i>Cupressus bentharii</i> <i>Prunus serotina ssp. capuli</i> <hr/> <i>Dendropanax arboreus</i> <i>Psidium guajava</i> <hr/> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ulmus mexicana</i>

Uso de suelo actual	Filtro 2. Uso destinado del área de intervención	Filtro 3. Grupo sucesional	Filtro 4. Función en la estrategia de restauración y atributos ecológicos relevantes por especie (códigos)	Filtro 5. Interés de los propietarios	Medidas de restauración la conservación y uso y manejo sustentable del CdE	Especies potenciales (al menos uno de los atributos mencionados en el filtro 3)
---------------------	--	--------------------------------------	--	---	--	---

			<ul style="list-style-type: none"> • Incorporen materia orgánica al suelo (Ho), • Frutales (F), • provean madera, leña o carbón (Ma, L, Ca), • Banco de forraje -bordes del acahual (bf). 																					
Cultivos activos sin árboles o con pocas especies arbóreas, se desea diversificarlo con otras especies comestibles.	Restauración + Uso sustentable	Equivalente a etapa de sucesión secundaria temprana, seleccionar especies pioneras e intermedias .	Enriquecimiento y diversificación; si hubiese especies monodominantes o invasoras, hacer manejo previo de ellas: <ul style="list-style-type: none"> • Arbóreas de tipo frutal (F), • Fijadoras de nitrógeno (FN), 	Alimento. Producción local (macadamia, jengibre).	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación de suelos. • Sistemas agroforestales. 	<table border="1"> <tr> <td><i>Annona cherimola</i></td> <td><i>Oecopetalum mexicanum</i></td> </tr> <tr> <td><i>Acacia pennatula</i></td> <td><i>Persea americana</i></td> </tr> <tr> <td><i>Alnus acuminata</i></td> <td><i>Pimenta dioica</i></td> </tr> <tr> <td><i>Citrus x sinensis</i></td> <td><i>Prunus serotina</i> spp. <i>capuli</i></td> </tr> <tr> <td><i>Cupressus benthamii</i></td> <td><i>Psidium guajava</i></td> </tr> <tr> <td><i>Erythrina americana</i></td> <td><i>Vaccinium leucanthum</i></td> </tr> <tr> <td><i>Inga inicuil</i></td> <td><i>Zingiber officinale</i></td> </tr> <tr> <td><i>Juglans pyriformis</i></td> <td><i>Elettaria cardamomum</i></td> </tr> <tr> <td><i>Macadamia integrifolia</i></td> <td></td> </tr> </table>	<i>Annona cherimola</i>	<i>Oecopetalum mexicanum</i>	<i>Acacia pennatula</i>	<i>Persea americana</i>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Pimenta dioica</i>	<i>Citrus x sinensis</i>	<i>Prunus serotina</i> spp. <i>capuli</i>	<i>Cupressus benthamii</i>	<i>Psidium guajava</i>	<i>Erythrina americana</i>	<i>Vaccinium leucanthum</i>	<i>Inga inicuil</i>	<i>Zingiber officinale</i>	<i>Juglans pyriformis</i>	<i>Elettaria cardamomum</i>	<i>Macadamia integrifolia</i>	
<i>Annona cherimola</i>	<i>Oecopetalum mexicanum</i>																							
<i>Acacia pennatula</i>	<i>Persea americana</i>																							
<i>Alnus acuminata</i>	<i>Pimenta dioica</i>																							
<i>Citrus x sinensis</i>	<i>Prunus serotina</i> spp. <i>capuli</i>																							
<i>Cupressus benthamii</i>	<i>Psidium guajava</i>																							
<i>Erythrina americana</i>	<i>Vaccinium leucanthum</i>																							
<i>Inga inicuil</i>	<i>Zingiber officinale</i>																							
<i>Juglans pyriformis</i>	<i>Elettaria cardamomum</i>																							
<i>Macadamia integrifolia</i>																								

Uso de suelo actual	Filtro 2. Uso destinado del área de intervención	Filtro 3. Grupo sucesional	Filtro 4. Función en la estrategia de restauración y atributos ecológicos relevantes por especie (códigos)	Filtro 5. Interés de los propietarios	Medidas de restauración la conservación y uso y manejo sustentable del CdE	Especies potenciales (al menos uno de los atributos mencionados en el filtro 3)
---------------------	--	--------------------------------------	--	---	--	---

			<ul style="list-style-type: none"> • Incorporen materia orgánica al suelo (Ho), • Descompacten el suelo, • De rápido crecimiento (RC), • Provean sombra (S, sc, sp), • Barrera rompeviento para protección del cultivo (brv), • Mejoren el área de barbecho (bm). 													
Pastizales activos , mejora en la nutrición del ganado.	Uso sustentable	Nivel de degradación medio, equivalente a sucesión secundaria temprana; selección de especies pioneras e intermedias	Enriquecimiento , con miras a migrar hacia un sistema silvopastoril: • Especies forrajeras (árboles y pastos) (bf),	Alimento para el ganado. Alimento de consumo humano.	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación de suelos. • Sistemas agroforestales. 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td><i>Acacia pennatula</i></td> <td><i>Juglans pyriformis</i></td> </tr> <tr> <td><i>Alchornea latifolia</i></td> <td><i>Psidium guajava*</i></td> </tr> <tr> <td><i>Alnus acuminata</i></td> <td><i>Trema micrantha</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td><i>Quercus insignis</i></td> </tr> <tr> <td><i>Heliocarpus donnell-smithii</i></td> <td><i>Trema micrantha</i></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Acacia pennatula</i>	<i>Juglans pyriformis</i>	<i>Alchornea latifolia</i>	<i>Psidium guajava*</i>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Trema micrantha</i>		<i>Quercus insignis</i>	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	<i>Trema micrantha</i>
<i>Acacia pennatula</i>	<i>Juglans pyriformis</i>															
<i>Alchornea latifolia</i>	<i>Psidium guajava*</i>															
<i>Alnus acuminata</i>	<i>Trema micrantha</i>															
	<i>Quercus insignis</i>															
<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	<i>Trema micrantha</i>															

Uso de suelo actual	Filtro 2. Uso destinado del área de intervención	Filtro 3. Grupo sucesional	Filtro 4. Función en la estrategia de restauración y atributos ecológicos relevantes por especie (códigos)	Filtro 5. Interés de los propietarios	Medidas de restauración la conservación y uso y manejo sustentable del CdE	Especies potenciales (al menos uno de los atributos mencionados en el filtro 3)
---------------------	--	--------------------------------------	--	---	--	---

			<ul style="list-style-type: none"> • Sombra para ganado/ parcela (S, sp), • Fijadoras de nitrógeno (FN), • Incorporen materia orgánica al suelo (Ho), • Descompacten el suelo, • Frutales (F). 			Más algunas especies frutales mencionadas en “cultivos activos”														
Pastizales inactivos/ abandonados sin inicio de regeneración natural, se desea recuperar la vegetación nativa del bosque	Restauración	Nivel de degradación medio, equivalente a una etapa de sucesión secundaria temprana; selección de especies pioneras e intermedias . En menor proporción algunas tardías para reducir el tiempo en que se “recuperan” ciertos servicios ecosistémicos.	Restaurar para promover el inicio de la regeneración natural mediante el uso de especies facilitadoras : <ul style="list-style-type: none"> • Incorporan materia orgánica al suelo (Ho), • Alimento y hábitat para fauna silvestre (CF, Ha), 	Recuperación de servicios ecosistémicos perdidos. Disfrute del futuro bosque.	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de la funcionalidad y conectividad del CdE (R. pasiva o activa). 	<table border="1"> <tr> <td><i>Acacia pennatula</i></td> <td><i>Meliosma alba</i></td> </tr> <tr> <td><i>Alnus acuminata</i></td> <td><i>Myrsine coriacea</i></td> </tr> <tr> <td><i>Buddleja cordata</i></td> <td><i>Quercus spp. (todas las spp. en la base)</i></td> </tr> <tr> <td><i>Fagus grandifolia var. mexicana**</i></td> <td><i>Prunus serotina ssp. capuli</i></td> </tr> <tr> <td><i>Carpinus caroliniana</i></td> <td><i>Psidium guajava*</i></td> </tr> <tr> <td><i>Juglans pyriformis</i></td> <td><i>Ulmus mexicana</i></td> </tr> <tr> <td><i>Liquidambar styraciflua</i></td> <td><i>Symplocos coccinea</i></td> </tr> </table>	<i>Acacia pennatula</i>	<i>Meliosma alba</i>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Myrsine coriacea</i>	<i>Buddleja cordata</i>	<i>Quercus spp. (todas las spp. en la base)</i>	<i>Fagus grandifolia var. mexicana**</i>	<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>	<i>Carpinus caroliniana</i>	<i>Psidium guajava*</i>	<i>Juglans pyriformis</i>	<i>Ulmus mexicana</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Symplocos coccinea</i>
<i>Acacia pennatula</i>	<i>Meliosma alba</i>																			
<i>Alnus acuminata</i>	<i>Myrsine coriacea</i>																			
<i>Buddleja cordata</i>	<i>Quercus spp. (todas las spp. en la base)</i>																			
<i>Fagus grandifolia var. mexicana**</i>	<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>																			
<i>Carpinus caroliniana</i>	<i>Psidium guajava*</i>																			
<i>Juglans pyriformis</i>	<i>Ulmus mexicana</i>																			
<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Symplocos coccinea</i>																			

Uso de suelo actual	Filtro 2. Uso destinado del área de intervención	Filtro 3. Grupo sucesional	Filtro 4. Función en la estrategia de restauración y atributos ecológicos relevantes por especie (códigos)	Filtro 5. Interés de los propietarios	Medidas de restauración la conservación y uso y manejo sustentable del CdE	Especies potenciales (al menos uno de los atributos mencionados en el filtro 3)
---------------------	--	--------------------------------------	--	---	--	---

			<ul style="list-style-type: none"> • Crecen en suelos compactados, • Nodrizas (N). 			<p>* Tendencia a propagación malezoides, sembrar en menor proporción y darle manejo frecuente para evitar su crecimiento descontrolado.</p> <p>** Estudios del centro de Veracruz (Álvarez-Aquino et al, 2008; Muñiz-Castro et al, 2015), muestran que algunas de estas especies tardías sí soportan este cambio lumínico. Idealmente deberían estar bajo árboles aislados o bien ser sembradas junto con especies nodrizas.</p>								
<p>Nacientes de agua / manantiales deteriorados/ contaminados; recuperar parte de los servicios que proveían.</p>	<p>Restauración + Uso sustentable</p>	<p>Selección de especies pioneras, intermedias y tardías.</p>	<p>Aumentar la cobertura arbórea mediante el enriquecimiento con especies facilitadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • protección de manantiales, • rápido crecimiento (RC). 	<p>Uso del agua "limpia".</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de la funcionalidad y conectividad del CdE (R. activa). 	<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="1209 633 1382 665"><i>Alnus acuminata</i></td> <td data-bbox="1382 633 1565 665"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1209 675 1382 718"><i>Dendropanax arboreus</i></td> <td data-bbox="1382 675 1565 718"><i>Quercus pinnativenulosa</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1209 728 1382 760"><i>Fraxinus uhdei</i></td> <td data-bbox="1382 728 1565 760"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1209 771 1382 803"><i>Platanus mexicana</i></td> <td data-bbox="1382 771 1565 803"></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Alnus acuminata</i>		<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Quercus pinnativenulosa</i>	<i>Fraxinus uhdei</i>		<i>Platanus mexicana</i>	
<i>Alnus acuminata</i>														
<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Quercus pinnativenulosa</i>													
<i>Fraxinus uhdei</i>														
<i>Platanus mexicana</i>														

Uso de suelo actual	Filtro 2. Uso destinado del área de intervención	Filtro 3. Grupo sucesional	Filtro 4. Función en la estrategia de restauración y atributos ecológicos relevantes por especie (códigos)	Filtro 5. Interés de los propietarios	Medidas de restauración la conservación y uso y manejo sustentable del CdE	Especies potenciales (al menos uno de los atributos mencionados en el filtro 3)
---------------------	--	--------------------------------------	--	---	--	---

Delimitar propiedades	Restauración	Pioneras e intermedias	Árboles que funjan como cercas vivas (cv) y/o barrera rompe viento (brv) , además: <ul style="list-style-type: none"> • Frutales (F), • Capacidad de rebrote (RT), • Proveen forraje (delimitar potreros) (bf). 	Alimento y protección.	• Sistemas agroforestales.	<table border="1"> <tr><td><i>Acacia pennatula</i></td><td><i>Clethra mexicana</i></td></tr> <tr><td><i>Alchornea latifolia</i></td><td><i>Cupresus benthamii</i></td></tr> <tr><td><i>Alnus acuminata</i></td><td><i>Dendropanax arboreus</i></td></tr> <tr><td><i>Annona cherimola</i></td><td><i>Erythrina americana</i></td></tr> <tr><td><i>Buddleja cordata</i></td><td><i>Quercus xalapensis</i></td></tr> <tr><td><i>Casimiroa edulis</i></td><td><i>Trema micrantha</i></td></tr> </table>	<i>Acacia pennatula</i>	<i>Clethra mexicana</i>	<i>Alchornea latifolia</i>	<i>Cupresus benthamii</i>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Annona cherimola</i>	<i>Erythrina americana</i>	<i>Buddleja cordata</i>	<i>Quercus xalapensis</i>	<i>Casimiroa edulis</i>	<i>Trema micrantha</i>
<i>Acacia pennatula</i>	<i>Clethra mexicana</i>																	
<i>Alchornea latifolia</i>	<i>Cupresus benthamii</i>																	
<i>Alnus acuminata</i>	<i>Dendropanax arboreus</i>																	
<i>Annona cherimola</i>	<i>Erythrina americana</i>																	
<i>Buddleja cordata</i>	<i>Quercus xalapensis</i>																	
<i>Casimiroa edulis</i>	<i>Trema micrantha</i>																	
Zonas con pastos o helechos invasivos	Restauración	Grado de disturbio alto, selección de especies pioneras en gran proporción, algunas intermedias con raíces profundas; algunas tardías .	Restaurar con especies que faciliten: <ul style="list-style-type: none"> • Sombra (S), • Nodrizas (N), • Control de la erosión (CE), • Rápido crecimiento (RC). 		• Restauración de la funcionalidad y conectividad del CdE (R. activa). • Conservación de suelos.	<table border="1"> <tr><td><i>Alnus acuminata</i></td><td><i>Liquidambar styraciflua</i></td></tr> <tr><td><i>Alchornea latifolia</i></td><td><i>Meliosma alba</i></td></tr> <tr><td><i>Carpinus caroliniana</i></td><td><i>Myrsina coriacea</i></td></tr> <tr><td><i>Clethra mexicana</i></td><td><i>Trema micrantha</i></td></tr> <tr><td><i>Dendropanax arboreus</i></td><td><i>Trichilia havanensis</i></td></tr> <tr><td><i>Erythrina americana</i></td><td><i>Fagus grandifolia</i> var. <i>mexicana</i>*</td></tr> </table> <p>* Se ha probado que la sombra de <i>Fagus</i> spp. -tardía- ayuda a reducir el área con helechos invasores (den Ouden, 2000; Muñiz-Castro et al., 2015).</p>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Alchornea latifolia</i>	<i>Meliosma alba</i>	<i>Carpinus caroliniana</i>	<i>Myrsina coriacea</i>	<i>Clethra mexicana</i>	<i>Trema micrantha</i>	<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Trichilia havanensis</i>	<i>Erythrina americana</i>	<i>Fagus grandifolia</i> var. <i>mexicana</i> *
<i>Alnus acuminata</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>																	
<i>Alchornea latifolia</i>	<i>Meliosma alba</i>																	
<i>Carpinus caroliniana</i>	<i>Myrsina coriacea</i>																	
<i>Clethra mexicana</i>	<i>Trema micrantha</i>																	
<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Trichilia havanensis</i>																	
<i>Erythrina americana</i>	<i>Fagus grandifolia</i> var. <i>mexicana</i> *																	

Código de los distintos usos antropogénicos de las especies:

Ar:	artesanías	Ma:	madera
Ca:	carbón	Me:	medicinal
Ce:	ceremonial	Mi:	miel
Co:	comestible	O:	ornamental
CR:	construcción rural	P:	postes
F:	fruta	R:	resina
I:	insecticida	S:	sombra
L:	leña	SC:	semillas comestibles



Nombre científico:	<i>Acacia pennatula</i>	Altitud (msnm):	700-2,000
Nombre común:	Huizache blanco	Forma de vida:	árboles
Familia:	FABACEAE	Grupo sucesional:	intermedia
Utilidad:	Ar, Ca, CR, L, Me, P	Propagación:	semilla

Suelo	Control de erosión: sus raíces extendidas y superficiales fijan el nitrógeno y retienen el suelo, protegiéndolo de la erosión. Fijadora de nitrógeno.
Restauración activa	Alimento para fauna silvestre. Cerca viva. Barrera rompe viento. Sombra en la parcela.
Agroforestería	Banco de forraje: las vainas contienen más del 12% de proteína y el 4% de minerales, representan un alimento nutritivo que puede complementar la dieta del ganado de libre pastoreo, especialmente durante la temporada de seca.

Fuente: Niembro et al, 2010.

Nombre científico:	<i>Alchornea latifolia</i>	Altitud (msnm):	0-1,600
Nombre común:	Malhombrillo	Forma de vida:	árboles
Familia:	EUPHORBIACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Ar, CR, L, Ma, Mi, O, P, S	Propagación:	semilla

Suelo	Control de erosión. Fijadora de nitrógeno.
Restauración activa	Alimento para fauna silvestre. Hábitat para animales o plantas silvestres. Cerca viva. Sombra en la parcela.
Agroforestería	Banco de forraje: para caballos, burros y mulas. Cercas vivas. Sombra para cafetales.

Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Niembro et al, 2010.





Nombre científico:	<i>Alnus acuminata</i>	Altitud (msnm):	1,000-3,000
Nombre común:	llite	Forma de vida:	árboles
Familia:	BETULACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Ar, Ca, CR, L, Ma, Me, Mi, O, P, S	Propagación:	semilla, cortes de raíz

Suelo	Control de erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Fijadora de nitrógeno
Restauración activa	Rápido crecimiento. Propicia la precipitación de la neblina. Tocones con capacidad de rebrote. Plantaciones forestales mixtas. Manejo de la regeneración natural: acahuales de BMM.
Agroforestería	Banco de forraje: las hojas complementan la dieta del ganado, incrementando la producción de leche. Beneficia indirectamente al pasto en los potreros, promoviendo la fijación de nitrógeno. No debe generar tanta sombra o podría reducir la producción de pasto. Mejora áreas de barbecho. Cercas vivas / delimitación de linderos. Barrera rompe viento. Sombra para cafetales o potreros. Cultivos diversificados: se ha asociado con maíz y frijol, pastos, café, mora silvestre.

Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011; López-Barrera et al, 2016; López-Barrera et al, 2017; Ramírez-Marcial y González-Espinosa, 2016; Revive-Pronatura-C6, 2017.

Nombre científico:	<i>Annona cherimola</i>	Altitud (msnm):	1,400-1,800
Nombre común:	Chirimoya	Forma de vida:	árboles
Familia:	ANNONACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Co, F, L, Me	Propagación:	semilla, esqueje

Suelo	Control de erosión.
Restauración activa	Alimento para fauna silvestre.
Agroforestería	Cercas vivas. Sombra en la parcela. Cultivos diversificados.

Fuente: SIRE-Paquetes Tecnológicos; Revive-Pronatura-C6, 2017





Nombre científico:	<i>Buddleja cordata</i>	Altitud (msnm):	1,000-3,200
Nombre común:	Tepozán blanco	Forma de vida:	árboles, arbustos
Familia:	SCROPHULARIACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	L, Me, Mi, O, P.	Propagación:	semilla, esqueje

Suelo	Control de erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).
Restauración activa	Crecimiento rápido. Planta nodriza. Tocones con capacidad de rebrote. Tolerante a heladas y sequías. Manejo de la regeneración natural: acahuales de BMM.
Agroforestería	Mejora áreas de barbecho. Cerca viva. Barrera rompe viento.

Fuente: Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010.

Nombre científico:	<i>Carpinus caroliniana</i>	Altitud (msnm):	1,200-2,200 (2,600)
Nombre común:	Pipinque, Lechillo	Forma de vida:	árboles
Familia:	BETULACEAE	Grupo sucesional:	pionera-intermedia
NOM-059-SEMARNAT-2010	Amenazada	Propagación:	semilla
Utilidad:	Ar, Ca, CR, L, O, P, S		

Suelo	Promisora de reforestación en áreas con diferentes grados de compactación del suelo.
Restauración activa	Sobrevivencia intermedia pero rápido crecimiento. Manejo de la regeneración natural: zonas de acahual secundario, las plantas prefieren cierto grado de luminosidad, pero no soportan la luz directa. Plantaciones forestales mixtas.
Agroforestería	Jardines, traspatios.

Fuente: Sánchez-Velásquez et al, 2008; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011; Williams-Linera et al, 2012; Williams-Linera et al, 2016; Martínez-Ovando, 2015; Pedraza-Pérez and Williams-Linera, 2005.



© Dwayne Estes, Naturalista



Nombre científico:	<i>Carya palmeri</i>	Altitud (msnm):	800-1,800
Nombre común:	Coamecate	Forma de vida:	árboles
Familia:	JUNGLANDACEAE	Grupo sucesional:	intermedia
Distribución:	Endémica a México		
Utilidad:	Ma	Propagación:	semilla

Suelo	Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Comida para fauna silvestre.
Restauración activa	Manejo de la regeneración natural: zonas de achual secundario.

Fuente: González-Espinosa et al, 2011; Revive-Pronatura-C6, 2017.

Nombre científico:	<i>Casimiroa edulis</i>	Altitud (msnm):	1,300-2,040
Nombre común:	Zapote blanco	Forma de vida:	árboles
Familia:	RUTACEAE	Grupo sucesional:	intermedia
Utilidad:	Co, CR, F, L, Ma, Me, Mi, O, P, S	Propagación:	semilla, injerto de raíz

Suelo	Control de la erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).
Restauración activa	Comida y hábitat para fauna silvestre. Tolerante a la sequía. Enriquecimiento de plantaciones forestales.
Agroforestería	Cercas vivas. Barrera rompeviento. Jardines, traspatio. Sombra para cafetales. Sombra para la parcela.

Fuente: Montagnini et al, 2008; Lascurain et al, 2010; Niembro et al, 2010.



© Banjiip, Naturalista



Ximena Espino, ProNaturra Veracruz A. C.



Ximena Espino, ProNaturra Veracruz

Nombre científico:	<i>Clethra macrophylla</i>	Altitud (msnm):	750-1,500 (2,500)
Nombre común:	Marangola colorada	Forma de vida:	árboles
Familia:	CLETHRACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Ca, CR, L, Ma, Mi, O, S	Propagación:	semilla

suele confundirse con *C. mexicana*

Suelo	Control de erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).
Restauración activa	Comida y hábitat para fauna silvestre. Tolerante a la sequía. Enriquecimiento de plantaciones forestales.
Agroforestería	Cercas vivas. Barrera rompeviento. Sombra para la parcela.

Fuente: Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011; Sánchez-Velásquez et al, 2008.

Nombre científico:	<i>Coccoloba pubescens</i>	Altitud (msnm):	1,200-1,600
Nombre común:	Comalillo	Forma de vida:	árboles
Familia:	POLYGONACEAE	Grupo sucesional:	tardía
Utilidad:	Ma, CR, L, Mi, O, P, S	Propagación:	semilla

Suelo	Control de erosión.
Restauración activa	Comida y hábitat para fauna silvestre.
Agroforestería	Cercas vivas.

Fuente: Revive-Pronatura-C6, 2017.





Nombre científico:	<i>Cupressus lusitanica</i> (Sinónimo <i>C. benthamii</i>)
Nombre común:	Ciprés blanco, Sabino
Familia:	CUPRESSACEAE
Utilidad:	Ar, Ca, CR, L, Ma, Me, O

Altitud (msnm):	1,400-3,600
Forma de vida:	árboles
Grupo sucesional:	pionera-intermedia
Propagación:	esqueje, semilla

Suelo	Control de erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).
Restauración activa	Hábitat para fauna silvestre. Propicia la precipitación de neblina. Tolerante a heladas. Enriquecimiento de plantaciones forestales. Plantaciones forestales. Manejo de la regeneración natural: acahuales de BMM. Sistemas agroforestales
Agroforestería	Cercas vivas. Barrera rompeviento. Linderos.

Fuente: Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011.

Nombre científico:	<i>Elettaria cardamomum</i>	Altitud (msnm):	600-1,500
Nombre común:	Cardamomo	Forma de vida:	hierba
Familia:	ZINGIBERACEAE	Grupo sucesional:	intermedia
Utilidad:	Co, Me, SC	Propagación:	semilla

Agroforestería Jardines, traspatios.
Cultivos diversificados.

Fuente: García-Morlesín, 2016.





Nombre científico:	<i>Erythrina americana</i>
Nombre común:	Gasparito
Familia:	FABACEAE
Nom-059-SEMARNAT-2010	Amenazada
Utilidad:	Ar, Ce, Co, I, L, Me, O, S

Altitud (msnm):	0-2,500
Forma de vida:	árboles
Grupo sucesional:	pionera
Propagación:	semilla, esqueje

Suelo	Fijadora de nitrógeno, mejorando la fertilidad del suelo.
Restauración activa	Plantaciones forestales mixtas.
Agroforestería	Cercas vivas. Jardines, traspatio.

Fuente: Sánchez-Velásquez et al, 2008; Niembro et al, 2010; Fehling-Fraser & Ceccon, 2015; Revive-Pronatura-C6, 2017.

Nombre científico:	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Altitud (msnm):	0-1,700
Nombre común:	Jonote blanco	Forma de vida:	árboles
Familia:	MALVACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Ar, Ca, CR, L, Ma, Mi, S	Propagación:	semilla

Suelo	Rápido crecimiento.
Restauración activa	Plantaciones forestales mixtas. Nucleación.
Agroforestería	Banco de forraje: hojas. Cercas vivas. Sombra para cafetales.

Fuente: Sánchez-Velásquez et al, 2008; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011; Williams-Linera et al, 2016.



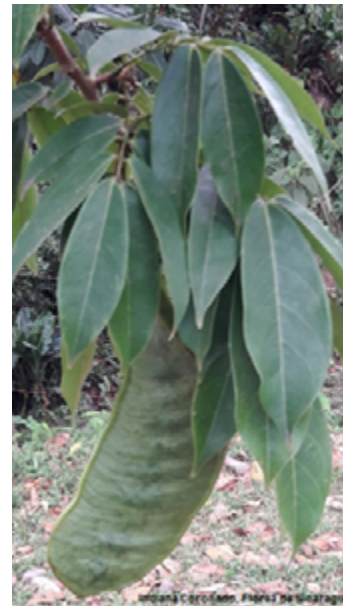


Nombre científico:	<i>Fraxinus uhdei</i>	Altitud (msnm):	1,100-2,600
Nombre común:	Fresno	Forma de vida:	árboles
Familia:	OLEACEAE	Grupo sucesional:	intermedia
Utilidad:	Ar, Co, Ma, Me, Mi, O, S	Propagación:	semilla, esqueje

Suelo	Control de erosión.
Restauración activa	Comida para fauna silvestre. Hábitat para fauna silvestre. Tolerante a heladas. Plantaciones forestales: Especie tolerante que se puede establecer bajo el dosel de Pinus spp. Manejo de la regeneración natural: acahuales de BMM. Protección de cauces de agua y manantiales. Sistemas agroforestales.
Agroforestería	Cercas vivas. Barrera rompeviento.

Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Sánchez-Velásquez et al, 2008; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011; Ramírez-Marcial y González-Espinosa, 2016; Toledo-Aceves et al, 2017.

Nombre científico:	<i>Inga inicuil</i> (Sinónimo <i>I. paterno</i>)	Altitud (msnm):	0-1,880
Nombre común:	Jinicuil, Jinicuil chancla	Forma de vida:	árboles
Familia:	FABACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Co, F, L, Me, Mi, P, S, SC	Propagación:	esqueje, semilla
Suelo	Control de erosión. Fijadora de nitrógeno. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).		
Restauración activa	Comida para fauna silvestre. Crecimiento rápido. Plantaciones forestales mixtas. Sistemas agroforestales.		
Agroforestería	Cercas vivas. Barrera rompiviento. Jardines, traspatios. Sombra para cafetales. Sombra para parcelas/pastizales.		
Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Lascurain et al, 2010; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011.			





Jerzy Rzedzowski Kuller/CONABIO



Osbel López Francisco y Mariana Corsetta Salazar, Plants of the World, KEW

Nombre científico:	<i>Juglans pyriformis</i>	Altitud (msnm):	(1,000) 1,200–1,400 (1,900)
Nombre común:	Nogal	Forma de vida:	árboles
Familia:	JUGLANDACEAE	Grupo sucesional:	intermedia
Distribución:	Endémica a México	Propagación:	semilla
NOM-059-SEMARNAT-2010	Amenazada		
Utilidad:	Ar, Ma, S, SC		

Suelo	Control de la erosión. Capacidad para desarrollarse en suelos compactados. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).
Restauración activa	Comida para fauna silvestre. Enriquecimiento de plantaciones forestales: mayor supervivencia bajo sombra de <i>Alnus acuminata</i> y <i>Trema micrantha</i> . También puede sobrevivir bajo sombra de <i>Pinus patula</i> , aunque su establecimiento depende del clareado y poda de la plantación de pino. Plantaciones forestales mixtas: supervivencia alta, en áreas con diferentes tipos de compactación del suelo o deforestadas. Nucleación.
Agroforestería	Linderos. Sombra para cafetales. Sombra en la parcela.

Fuente: Montagnini et al, 2008; Sánchez-Velásquez et al, 2008; Niembro et al, 2010; Pedraza y Williams-Linera, 2003; Williams-Linera et al, 2016; Avendaño-Yáñez et al, 2014; Avendaño-Yáñez et al, 2015.

Nombre científico:	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Altitud (msnm):	1,000-1,700
Nombre común:	Liquidámbar	Forma de vida:	árboles
Familia:	ALTINGIACEAE	Grupo sucesional:	pionera-intermedia
Utilidad:	Ar, Ca, Ce, CR, F, L, Ma, Me, Mi, O, R, S	Propagación:	esqueje, semilla

Suelo	Control de erosión: recuperación de terrenos desmontados o degradados. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Estabilizador de bancos de arena.
Restauración activa	Rápido crecimiento. Capacidad de rebrote; tendencia malezoide/invasora, sembrar en menor proporción. Facilita las condiciones para el crecimiento de otras especies bajo su copa (planta nodriza). Comida y hábitat para fauna silvestre. Protege cauces de agua y manantiales.
Agroforestería	Plantaciones forestales mixtas.

Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; Ramírez-Marcial y González-Espinosa, 2016; Williams-Linera et al, 2016; Toledo-Aceves et al, 2017.





Nombre científico:	<i>Macadamia integrifolia</i>	Altitud (msnm):	1,000-1,800
Nombre común:	Macadamia	Forma de vida:	árbol
Familia:	PROTEACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Co, F, S, SC	Propagación:	semilla

Suelo	
Restauración activa	Plantaciones forestales mixtas. Comida para fauna silvestre.
Agroforestería	Sombra en la parcela o cafetales. Jardines, traspatio. Cultivos diversificados.

PROTEACEAE Nativo de Australia, produce frutos a partir de los 4 años, tiene una vida de hasta 60 años. Tiene un rendimiento de 300 kg de nuez en cáscara desde que comienza a producir, hasta 3,500-4,000 kg/nuez en cáscara, alrededor de los 10-15 años de edad (espaciado de los árboles de 8 m x 4 m (312 árboles por hectárea). Entre sus requerimientos agroclimáticos están: altitud menor a 1,900 m, pendiente menor a 30 %, suelo arcilloso de textura media, profundidad mayor a 90 cm, pH de 5 a 6.5, temperatura mínima de 4°C y máxima de 38 °C, viento menor a 4 m/s o bien colocarle protección (Antaramián y Ramírez-Sosa, 2009).

Fuente: Ruíz-Bello, 2004; Antaramián y Ramírez-Sosa, 2009; Niembro et al, 2010.

Nombre científico:	<i>Myrsine coriacea</i>	Altitud (msnm):	450-2,100
Nombre común:	Ratoncillo	Forma de vida:	árboles, arbustos
Familia:	CANNABACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Ca, CR, L, Ma, O, S	Propagación:	semilla

Restauración activa

Rápido crecimiento, pero de vida corta.
Regulación del microclima.
Facilita las condiciones para el crecimiento de otras especies bajo su copa (planta nodriza).
Enriquecimiento de plantaciones forestales.
Implementación de plantaciones forestales mixtas.

Agroforestería

Cerca viva.
Sombra en la parcela o cafetales.

Fuente: Williams-Linera et al, 2016; González-Espinosa et al, 2011; Ramírez-Marcial y González-Espinosa, 2016.





Wodjico, Carra, Domínguez, Natural, Infa



Nombre científico:	<i>Ocotea disjuncta</i>	Altitud (msnm):	1,700-2,500
Nombre común:	Vara negra	Restringida al BMM	
Familia:	LAURACEAE	Forma de vida:	árbol
Distribución:	Endémica a México	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	CR, Ma	Propagación:	semilla

Suelo	Control de erosión. Incorporación de materia orgánica y nutrientes al suelo (hojarasca). Mayor tiempo de vida de su sistema radicular.
Restauración activa	Plantaciones enriquecidas de BMM: el sol directo inhibe su crecimiento, preferible colocarla en sitios con cobertura de dosel o sotobosque preexistente. Restauración activa de BMM talados o en proceso inicial/ temprano de sucesión secundaria.

Fuente: González-Espinosa et al, 2011; Landero-Lozada, 2017; Toledo-Aceves et al, 2017; García-Hernández, 2017.

Nombre científico:	<i>Oecopetalum mexicanum</i>	Altitud (msnm):	500-1,200
Nombre común:	Cachichín	Forma de vida:	árboles
Familia:	ICACINACEAE	Grupo sucesional:	intermedia
Utilidad:	Ar, Ce, Co, CR, F, Ma, Mi, O, SC	Propagación:	Semilla

Suelo	Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).
Restauración activa	Comida para fauna silvestre.
Agroforestería	Jardines, traspatios.

Fuente: Lascurain et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011; Ramírez-Marcial y González-Espinosa, 2016.





Nombre científico:	<i>Oreopanax echinops</i>	Altitud (msnm):	1,100-2,400
Nombre común:	Mano de león	Forma de vida:	arbustos, árboles
Familia:	ARALIACEAE	Grupo sucesional:	intermedia
IUCN Lista roja	Vulnerable		
Utilidad:	L, Mi, O	Propagación:	semilla

Suelo	Control de erosión.
Restauración activa	Regeneración natural asistida: especie típica de bosques mesófilos conservados.

Fuente: González-Espinosa et al, 2011; Revive-Pronatura-C6, 2017; Bautista-Bello et al, 2019.

Nombre científico:	<i>Persea americana</i>	Altitud (msnm):	1,300-2,500
Nombre común:	Aguacate criollo	Forma de vida:	árboles
Familia:	LAURACEAE	Grupo sucesional:	intermedia-tardía
Utilidad:	Ar, Co, CR, F, L, Ma, Me, Mi, S	Propagación:	semilla

Suelo	Control de erosión.
Restauración activa	Comida para fauna silvestre. Regeneración natural asistida: zonas de acahual en sucesión secundaria.
Agroforestería	Jardines, traspatios. Sombra para cafetales o en la parcela. Cultivos diversificados.

Fuente: Sánchez-Velásquez et al, 2008; Niembro et al, 2010; Revive-Pronatura-C6, 2017.





Nombre científico:	<i>Persea schiediana</i>	Altitud (msnm):	800-1,600
Nombre común:	Chinine, Pagua	Forma de vida:	árboles
Familia:	LAURACEAE	Grupo sucesional:	tardía
IUCN Lista roja	En Peligro		
Utilidad:	Co, F, I, L, Ma, Me, Mi	Propagación:	semilla

Suelo	Control de erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).
Restauración activa	Enriquecimiento de plantaciones forestales: tolerante a cierto grado de sombra, se establece bien bajo dosel de Pinus spp.
Agroforestería	Cercas vivas. Jardines, traspatios. Sombra en la parcela y en cafetales. Cultivos diversificados.

Fuente: Montagnini et al, 2008; Sánchez-Velásquez et al, 2008; Niembro et al, 2010; Lascurain et al, 2010.

Nombre científico:	<i>Pimenta dioica</i>	Altitud (msnm):	0-500 (700)
Nombre común:	Pimienta gorda	Forma de vida:	árboles
Familia:	MYRTACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Ar, Co, CR, I, L, Me, S, SC	Propagación:	semilla

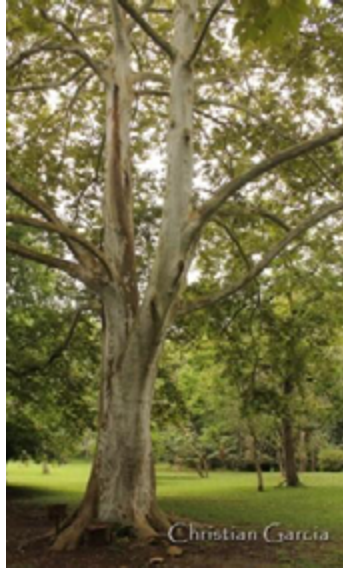
Suelo	Control de la erosión.
Restauración activa	Alimento para fauna silvestre.
Agroforestería	Barrera rompe viento. Sombra en la parcela o en cafetales. Jardines, traspatios. Cultivos diversificados.

Prospera en suelos arcillosos, con buen drenaje, prefiere zonas cálido-húmedas. Máxima producción a los 20 años, produce desde los 6 años. Rendimiento de 20-50 kg / árbol (semillas verdes), 3 kg semillas verdes rinden 1 kg en seco.

Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999.



enciclovida.mx Ángel RM



Nombre científico:	<i>Platanus mexicana</i>
Nombre común:	Haya, Álamo blanco
Familia:	PLATANACEAE
Utilidad:	Ar, CR, L, Ma, Me, O, S

Altitud (msnm):	700-2,400
Forma de vida:	árboles
Grupo sucesional:	pionera
Propagación:	semilla, esqueje

Suelo	Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Estabilizador de bancos de arena.
Restauración activa	Rápido crecimiento. Hábitat para fauna silvestre. Enriquecimiento de plantaciones forestales
Agroforestería	Plantaciones forestales mixtas: sobrevivencia intermedia en áreas deforestadas con luz solar directa. Delimitar propiedades.

Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Sánchez-Velásquez et al, 2008; Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011; Ramírez-Marcial y González-Espinosa, 2016.

Nombre científico:	<i>Prunus serotina ssp. capuli</i>	Altitud (msnm):	1,325 - 3,800
Nombre común:	Capulín	Forma de vida:	árboles
Familia:	ROSACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Ar, Ca, Co, CR, I, F, L, Ma, Me, Mi, O, P, S, SC	Propagación:	esqueje, semilla

Suelo	Control de erosión: sistema radicular superficial (60 cm del suelo) y extendido. Tolera suelos pobres, ácidos, pedregosos, compactos.
Restauración activa	Rápido crecimiento. Hábitat y alimento para fauna silvestre. Tocones con capacidad de rebrote. Tolerante a heladas y sequías. Plantaciones forestales. Enriquecimiento de acahuales
Agroforestería	Cercas vivas. Barrera rompe viento. Jardines, traspatios. Sombra en la parcela. Cultivos diversificados.

Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; Lascurain et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011.





© JUAN CARLOS GARCÍA MORALES. MEXICO.

Distancia óptima de plantación: 10 m; para establecer una barrera o cerco vivo es de 5 m. En potreros sembrar en poca densidad porque podría disminuir la productividad del pasto. Coloniza sitios abiertos, puede llegar a invadir bosques nativos; sembrar en poca densidad.

Nombre científico:	<i>Psidium guajava</i>	Altitud (msnm):	0-1,700
Nombre común:	Guayabo	Forma de vida:	árboles
Familia:	MYRTACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Ar, Ca, Co, CR, F, L, Ma, Me, Mi, O, P, S	Propagación:	semilla, injerto, esqueje, injerto de raíz

Suelo	Control de erosión: tolera suelos compactos, ácidos y pobres. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).
Restauración activa	Rápido crecimiento. Alimento para fauna silvestre. Tocones con capacidad de rebrote. Tolerante a sequía. Plantaciones forestales mixtas. Manejo de la regeneración natural: enriquecimiento de acahuales.
Agroforestería	Banco de forraje: cría de animales en solares, consumen el fruto complementando su alimentación. Mejora áreas de barbecho. Cercas vivas. Barrera rompe viento. Jardines, traspatios. Sombra en la parcela o cafetales. Cultivos diversificados.

Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; Lascrain et al, 2010.

Nombre científico:	<i>Quercus insignis</i>	Altitud (msnm):	1,500 – 2,160
Nombre común:	Encino	Forma de vida:	árboles
Familia:	FAGACEAE	Grupo sucesional:	intermedia
IUCN Lista roja	En Peligro		
Utilidad:	Ar, Ca, CR, L, Ma, O, P	Propagación:	semilla

Suelo	Control de erosión. Estabilizador de laderas. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).
Restauración activa	Alimento para fauna silvestre. Enriquecimiento de plantaciones forestales: mejor y mayor crecimiento en sitios con cobertura preexistente aproximada del 60%. Tolera y se establece bajo dosel de <i>Pinus</i> spp., <i>Alnus acuminata</i> y <i>Trema micrantha</i> . Plantaciones forestales mixtas: con fines de restauración y conservación. Regeneración natural asistida: enriquecimiento de acahuales.
Agroforestería	Banco de forraje: fruto para alimentar al ganado.

Fuente: Sánchez-Velásquez et al, 2008; Montes-Hernández y López-Barrera, 2013; López-Barrera et al, 2016; González-Espinosa et al, 2011; Landero-Lozada, 2017; Revive-Pronatura-C6, 2017.





Nombre científico:	<i>Quercus laurina</i>	Altitud (msnm):	1,600 – 3,000
Nombre común:	Encino-duela blanco / Encino laurelillo	Forma de vida:	árboles
Familia:	FAGACEAE	Grupo sucesional:	pionera-intermedia
Utilidad:	Ar, Ca, CR, L, Ma, Mi, P	Propagación:	semilla

Suelo	Control de erosión. Estabilizador de laderas. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).
Restauración activa	Alimento y hábitat para fauna silvestre. Propicia la precipitación de neblina. Tocones con capacidad de rebrote. Tolerante a heladas. Enriquecimiento de plantaciones forestales: mejor y mayor crecimiento en sitios con cobertura preexistente aproximada del 60%. Se establece bien bajo dosel de Pinus spp. o arbustos del sotobosque. Plantaciones forestales mixtas: con fines de restauración y conservación. Regeneración natural asistida: enriquecimiento de acahuales.

Fuente: López-Barrera et al, 2006; Montagnini et al, 2008; Sánchez-Velásquez et al, 2008; González-Espinosa et al, 2011; Landero-Lozada, 2017.

Nombre científico:	<i>Ternstroemia sylvatica</i>	Altitud (msnm):	900 – 2,950
Nombre común:	Trompillo	Forma de vida:	arbustos, árboles
Familia:	TEACEAE	Grupo sucesional:	pionera-intermedia
Utilidad:	Ma, Me, O	Propagación:	semilla

Suelo	Control de erosión. Estabilizador de laderas.
Restauración activa	Enriquecimiento de plantaciones forestales: se establece bien bajo dosel de <i>Pinus</i> spp. Regeneración natural asistida: enriquecimiento de acahuales.

Fuente: Sánchez-Velásquez et al, 2008; González-Espinosa et al, 2011; Niembro et al, 2010; Revive-Pronatura-C6, 2017.





Nombre científico:	<i>Trema micrantha</i>	Altitud (msnm):	0 – 2,200
Nombre común:	Ixpepe, Matacaballo	Forma de vida:	árboles
Familia:	CANNABACEAE	Grupo sucesional:	pionera
Utilidad:	Ar, Ca, CR, L, Me, S	Propagación:	semilla, esqueje

Suelo	Control de erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca).
Restauración activa	Rápido crecimiento. Alimento y hábitat para fauna silvestre. Facilita las condiciones para el crecimiento de otras especies bajo su copa (planta nodriza). Tocones con capacidad de rebrote. Plantaciones forestales mixtas: en zonas deforestadas. Regeneración natural asistida: enriquecimiento de acahuales.
Agroforestería	Banco de forraje: alto contenido de proteína para nutrir al ganado. Mejora áreas de barbecho. Cerca viva. Sombra en la parcela.

Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011.; Williams-Linera et al, 2016.

Nombre científico:	<i>Zingiber officinale</i>
Nombre común:	Jengibre
Familia:	ZINGIBERACEAE
Utilidad:	Co, Me

Altitud (msnm):	0-1,500
Forma de vida:	hierbas
Grupo sucesional:	intermedio
Propagación:	Rizomas con 2 yemas

Planta originaria del sureste de Asia. Alcanza 0.9-2 m de altura, hojas largas de hasta 20 cm. Tolera entre 2 a 5 horas diarias de luz directa, también tolera la sombra, aunque a luz directa es más propensa a enfermedades; debe sembrarse en sitios protegidos del viento, presenta mejores rendimientos en sitios con ligera sombra.

Se adapta a varios tipos de suelo, incluso arcillosos, pero ricos en materia orgánica (mantillo a manera de acolchado) y con buen drenaje; profundidad de 15 cm; prefiere suelos franco-arenosos. Sembrar al inicio de la época de lluvias. Entre los 8-10 meses de edad es el mejor momento de cosecha. Incorporación de fertilizantes orgánicos, carbonato de calcio y deshierbe natural propicia mayores rendimientos.

Más detalles sobre su cultivo en Ocampo-Sánchez y Valverde, 2000 y CAD, 2003.

Fuente: Texas A&M AgriLife Extension Service; Ocampo-Sánchez y Valverde, 2000; CAD, 2003.



Bibliografía

- Álvarez-Aquino, C., Williams-Linera G. y Pedraza R. A. (2008). Restauración ecológica en la región del bosque de niebla del centro de Veracruz, 125-145 p. En: Sánchez-Velásquez L. R., Galindo-González J. y Díaz-Fleischer F. Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Veracruzana, Mundi Prensa, 393 pp.
- Álvarez-Aquino, C., Williams-Linera G., Newton AC. (2004). Experimental native tree seedling establishment for the restoration of a Mexican cloud forest. *Restoration Ecology* 12: 412-418.
- Antaramián, H. E. y Ramírez-Sosa C. A. (2009). Determinación de áreas con aptitud para el cultivo de *Macadamia integrifolia* en México. *Biológicas* 11:73-78.
- Avendaño-Yáñez, M. L., Sánchez-Velásquez L. R., Meave J. A. y Pineda-López M. R. (2014). Is facilitation a promising strategy for cloud forest restoration? *Forest Ecology and Management*, 329:328–333.
- Avendaño-Yáñez, M. L., Sánchez-Velásquez L. R., Meave J. A. y Pineda-López M. R. (2015). Can *Pinus* plantations facilitate reintroduction of endangered cloud forest species? *Landscape Ecol. Eng.* DOI 10.1007/s11355-015-0277-z
- Bautista-Bello, A. P., López-Acosta J. C., Castillo-Campos G., Gómez-Díaz J. A. and Krömer T. (2019). Diversidad de arbustos a lo largo de gradientes de elevación y perturbación en el centro de Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana* 126:e1369
- CAD. (2003). Manual de Fitoprotección y Análisis de Plaguicidas, Cultivo: plantas medicinales y aromáticas: Cúrcuma (*Curcuma longa*), estevia (*Stevia rebaudiana*), jengibre (*Zingiber officinale*), anamú (*Petiveria alliacea*), limonaria (*Cymbopogon citratos*), ruda (*Ruta graveolens*). Colombia Alternative Development Project (CAD), Fundación Chemonics Colombia, 75 pp.
- Ceccon E. and Martínez-Garza, C. (2016). Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 577 pp.
- Ceccon, E. (2013). Restauración en ecosistemas tropicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. Ciudad de México, México: UNAM-Ediciones Díaz de Santos.
- den Ouden, J. (2000). The role of bracken (*Pteridium aquilinum*) in forest dynamics = [De rol van adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*) in de bosdynamiek]. Thesis Wageningen University. 218 pp
- Fehling-Fraser, T. C. & Ceccon, E. (2015). Macropropagation of *Erythrina americana* in a greenhouse: a potential tool for seasonally dry tropical forest restoration. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 21(1), 5–16. doi: 10.5154/r.rchscfa.2014.04.016
- García-Hernández, M. A. (2017). Desempeño de plántulas de 12 especies arbóreas de Bosque Mesófilo de Montaña en un gradiente de elevación: influencia de factores ambientales. Instituto de Ecología, A. C. Tesis de Maestría, 48 pp.
- García-Morlesín, M. (2016). Monografía de la semilla de cardamomo, control de calidad. Tesis de licenciatura. Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla, 30 pp.
- González-Espinosa, M., Meave, J. A., Lorea-Hernández F. G., Ibarra-Manríquez G. I and Newton, A. C. (2011). The Red List of Mexican Cloud Forest Trees. *Fauna & Flora Internatio-*

- nal, Botanic Gardens Conservation International, The Global Trees Campaign, IUCN/SSC Global Tree Specialist Group. Cambridge, UK, 152 pp.
- Gutiérrez-Carvajal, L. y Dorantes-López, J. (2004). Especies forestales de uso tradicional del estado de Veracruz. Potencialidades de especies con uso tradicional del estado de Veracruz, como opción para establecer plantaciones forestales comerciales. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y Universidad Veracruzana (UV).
- Landero-Lozada, S. S. (2017). Plantaciones de enriquecimiento con especies nativas en un gradiente altitudinal de bosque mesófilo de montaña Veracruz, México. Tesis de Maestría, Instituto de Ecología A. C., 61 pp.
- Lascurain, M., Avendaño S., del Amo S. y Niembro A. (2010). Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz. Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal, Conafor-Conacyt México, 144 pp.
- López-Barrera, F., Bonilla-Moheno M. y Toledo-Aceves T. (2017). Restauración del bosque de niebla con un enfoque de paisaje. *Agro productividad*, 10(1)29-36.
- López-Barrera, F., García-Franco J. G., Mehlreter K., Rojas-Soto O., Aguirre A., Landgrave R., Ortega-Pieck A., Montes-Hernández B., Aguilar-Dorantes K., Díaz-Sánchez A. A., Vázquez-Carrasco G. y Rojas-Santiago, B. B. (2016). Ecología de la restauración del bosque nublado en el centro de Veracruz. En: Cecon, E. and Martínez-Garza, C. Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 577 pp.
- López-Barrera, F., Manson R. H., González-Espinoza M., Newton A. C. (2006). Effects of type of montane forest edge on oak seedling establishment along forest edge-exterior gradients. *For. Ecol. Manage.* 225, 234–244.
- Martínez-Ovando, E. (2015). Guía de árboles y arbustos con potencial para la restauración del bosque mesófilo de montaña en la Sierra Madre de Chiapas. *Pronatura Sur*, A. C. 54 pp.
- Montagnini, F., Suárez-Islas A. y Araújo -Santana M. R. (2008). Participatory approaches to ecological restoration in Hidalgo, Mexico. *Bois et Forets des Tropiques*. 295(1): 5-20.
- Montes-Hernández, B. and López-Barrera F. (2013). Seedling establishment of *Quercus insignis*: A critically endangered oak tree species in southern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 310:927-934.
- Montoya, S. (2004). Guía técnica para la restauración ecológica en áreas con plantaciones forestales exóticas en el Distrito Capital, Bogotá, Colombia. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), 92 pp.
- Muñiz-Castro, M. A., Williams-Linera G. and Benítez-Malvido J. (2015). Restoring montane cloud forest: establishment of three Fagaceae species in the old fields of central Veracruz, Mexico. *Restoration Ecology*, 23(1):26-33
- Niembro, A., Vázquez-Torres, M. y Sánchez-Sánchez, O. (2010). 100 especies para la reforestación estratégica. Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución, Centro de Investigaciones Tropicales, 256 pp.
- Ocampo-Sánchez, R. A. y Valverde R. (2000). Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales. Primera edición, Enda-Caribe, TRAMIL, San José Costa Rica, 147 pp.

- Pedraza, R. A. and Williams-Linera G. (2005). Microhabitat conditions for germination and establishment of two tree species in the Mexican Montane cloud forest. *Agrociencia*, 39(4):457-467.
- Pedraza, R. A. y Williams-Linera, W. (2003). Evaluation of native tree species for the rehabilitation of deforested areas in a Mexican cloud forest. *New Forests* 26:83-99
- Ramírez-Bamonde, E. S., Sánchez-Velásquez L. R. and Andrade-Torres, A. (2005). Seedling survival and growth of three species of mountain cloud forest in Mexico, under different canopy treatments. *New Forests*, (30): 95-101.
- Ramírez-Marcial, N. y González-Espinosa, M. (2016). Contextos socioambientales y opciones para la restauración del bosque nublado en Chiapas. En: Ceccon, E. y Martínez-Garza, C. Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 577 pp.
- Revive-PRONATURA-C6. (2017). Catálogo árboles de la red de viveros de la biodiversidad. Red de viveros de la biodiversidad, Pronatura Veracruz A. C. y C6 Cuencas Costeras y Cambio Climático, 316 pp.
- Ruiz-Bello, R. (2004). Contenido nutrimental en suelo y follaje, en un agroecosistema de *Macadamia* spp. en Tlalnelhuayocan, Veracruz. Tesis de Maestría en suelos. Universidad Veracruzana. 140 pp.
- Sánchez-Velásquez, L. R., Ramírez-Bamonde E. S., Andrade-Torres A. y Rodríguez P. (2008). Ecología, florística y restauración del Bosque Mesófilo de Montaña, 9-49 p. En: Sánchez-Velásquez L. R., Galindo-González J. y Díaz-Fleischer F. Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Veracruzana, Mundi Prensa, 393 pp.
- SIRE. nd. Paquetes Tecnológicos. *Annona cherimola*. CONAFOR, CONABIO. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/885Annona%20cherimola.pdf>
- Texas A&M AgriLife Extension Service. Jengibre. Jardinería fácil. <https://cdn-ext.agnet.tamu.edu/wp-content/uploads/2014/09/how-to-grow-ginger-spanish.pdf>
- Toledo-Aceves, T., López-Barrera, F. y Vásquez-Reyes, V. (2017). Preliminary analysis of functional traits in cloud forest tree seedlings. *Trees, Structure and Function*. DOI 10.1007/s00468-017-1543-5
- Vázquez-Yanes, C., Batis-Muñoz A. I., Alcocer-Silva M. I., Gual-Díaz M. y Sánchez-Dirzo C. (1999). Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y reforestación. Proyecto J-084-CONABIO. Instituto de Ecología, UNAM. http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/J084_Fichas%20de%20Especies.pdf
- Williams-Linera, G. (2012). El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México, 204 pp.
- Williams-Linera, G., Álvarez-Aquino, C., Muñiz-Castro, M. A. & Pedraza, R. A. (2016), 81-101 p. Evaluación del éxito de la restauración del bosque nublado en la región de Xalapa, Veracruz. En: Ceccon, E. & Martínez-Garza, C. Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 577 pp.