

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

La presente guía (borrador bajo revisión) se elabora como parte de los TdR “**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**”.

Equipo técnico de Pronatura Veracruz A.C.:

M. en C. Citlalli. A. González Hernández

Coordinadora del proyecto
cgonzalez@pronaturaveracruz.org

Biól. Flor Gabriela Vázquez Corzas

Coordinación de monitoreo
fvazquez@pronaturaveracruz.org

M. en C. Diana Vázquez Balbuena

Especialista en monitoreo

Dr. Elio G. Lagunes Díaz

Coordinación de ciencia de datos

Biól. Yumei Cabrera Carrasco

Especialista en educación ambiental

Geog. José Isidro Marín Mendoza

Especialista en SIG

Lic. Diego Alberto Ávila Ruiz

Especialista en diseño

Cuerpo directivo:

M. en C. Elisa Peresbarbosa Rojas

Dirección general y representante legal de Pronatura Veracruz A.C.
direccion@pronaturaveracruz.org

Lic. Myriam A. García Álvarez

Responsable administrativa
mgarcia@pronaturaveracruz.org

Xalapa, Veracruz a 0 de 08 de abril de 2021.

ÍNDICE

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Introducción | 4 |
| 2. | Situación actual y amenazas identificadas | 6 |
| 3. | Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) | 9 |
| 4. | Medidas e indicadores | 10 |
| | Restauración de la conectividad | 10 |
| | Sistemas Agroforestales | 11 |
| | Conservación de suelos | 12 |
| | Prácticas sustentables en los hogares | 14 |
| | Medidas habilitadoras | 15 |
| | Protección voluntaria de tierras | 16 |
| 5. | ¿Dónde aplicar las medidas? | 17 |
| 6. | Desarrollo de las medidas | 20 |
| | Restauración de la conectividad | 20 |
| | Sistemas agroforestales | 25 |
| | Conservación de suelos | 28 |
| | Prácticas sustentables en los hogares | 30 |
| | Medidas habilitadoras | 30 |
| | Protección voluntaria de tierras | 31 |
| 7. | Catálogo de especies para la restauración, agroforestería y conservación del suelo del Cerro del Estropajo | 34 |

1. 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 bosques, 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 pronunciadas, 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 agrícolas 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 peligro³. 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).

¹ Williams-Linera, G. (2007). El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO-Instituto de Ecología A.C.

² Asbjornsen, H., & Manson, R. H. (2015). Gestión de cuencas hidrográficas mediante pagos por servicios hidrológicos: experiencias de México en el centro de Veracruz. In 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 Tlalnahuayocan, 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

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.

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)**.

2. 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 Tlaxiahuacán 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 Tlaxiahuacán, correspondiente a 58 parcelas, de las cuales, el ejido reporta que hay entre 15 y 17 propietarios identificados. De los propietarios y sus familias, ocho han estado dispuestos a participar activamente en el diseño de las medidas de este proyecto, lo cual ha permitido detallar la información a nivel de las parcelas familiares. El involucramiento de este grupo de propietarios ha sido clave para el diagnóstico, diseño y validación de las medidas.

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 4.48 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, aunque también se da por la acumulación de residuos vegetales.

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, principalmente. Además, 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

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).

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 presencia aún representa el 17.5 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 cerro un factor relevante es que ha habido una recuperación de las zonas de acahuales, o vegetación secundaria 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 14.4 ha en 2020, mientras que el pastizal pasó de 33 ha a 17.5 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 1.1 ha en el periodo; 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 se pasó de 0 a 38 hectáreas (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 cerro, al mismo tiempo, generando condiciones que se relacionan con los peligros, climáticos como el derrumbes o deslizamientos y no climáticos, como el aumento de la delincuencia o robo hormiga. 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 deslaves 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 surcos y zanjas. 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.

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, 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 identificaban en el pasado. Los derrumbes y deslaves en el CdE son considerados como los principales peligros en el área. Otra amenaza identificada es la erosión y se conciben consecuencias en suelos poco productivos o que han disminuido en 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 drogadictos 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. 1) 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 dron⁸.

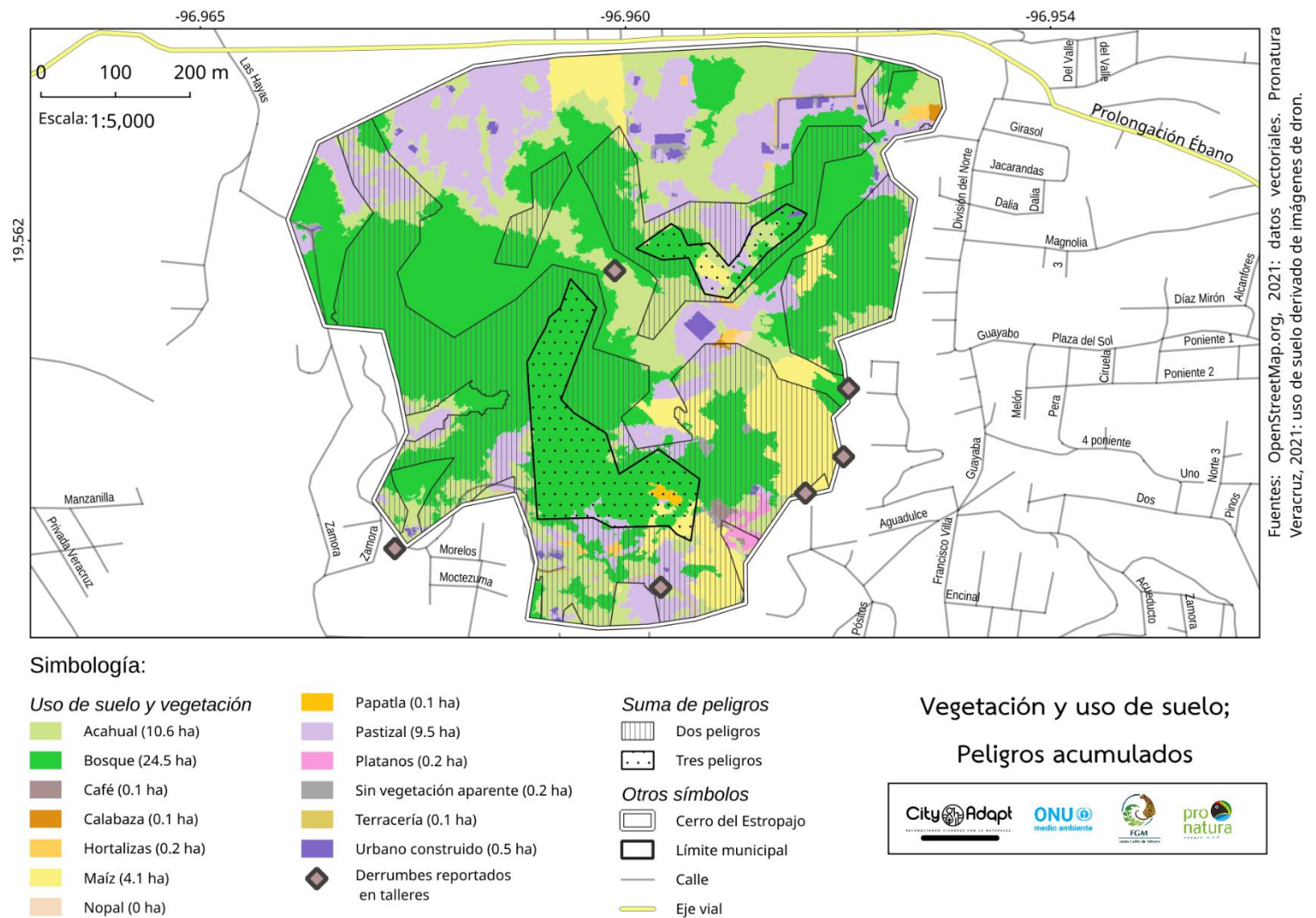


Figura 1 Mapa de amenazas y estado actual (Acumulación y puntos de peligros) en el CdE.

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), 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.

3. 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. 2).



Figura 2 “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).

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 las perspectivas de género y reducción del riesgo de desastre (RRD).

4. Medidas e indicadores

Las siguientes fichas, resumen el conjunto de acciones de restauración para la conservación, uso y manejo sustentable identificadas para el Cerro del Estropajo. En ellas 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, los 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.

Restauración de la conectividad



Para 2030, se ha restaurado o enriquecido la cobertura forestal del 25% 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 transplantada
- 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



Ventarrones



Olas de calor/
Sequia



Deslaves y
derrumbes



Lluvias
torrenciales



Erosión del
suelo

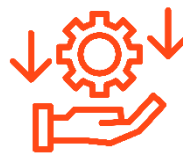
No climáticas



Deforestación



Urbanización no planificada



Programas y políticas
públicas ineficaces



Extracción irracional de leña
y madera

Impactos de las acciones

- 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

Sistemas Agroforestales



Para 2030, el 75% (10.6 ha) de las áreas con cultivos y pastizales se han enriquecido, diversificado y transformado sus prácticas hacia sistemas agroforestales (SAF), con la participación de los poseedores 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, 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.
- Hombres y mujeres 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 hombres y mujeres en acciones de enriquecimiento de cultivos y pastizales.

Amenazas

Climáticas



Ventarrones



Olas de calor/
Sequia



Deslaves y
derrumbes



Lluvias
torrenciales



Erosión del
suelo

No climáticas



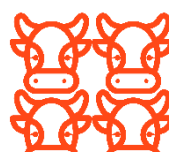
Agroquímicos



Prácticas
agrícolas no
sustentables



Robo hormiga a
cultivos
productivos



Ganadería no
sustentable



Urbanización
no planificada



Programas y
políticas
públicas
ineficaces

Impactos de las acciones

- 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 naturales: ventarrones, olas de calor, lluvias torrenciales, deslaves.
- Cultivos más sanos, con una marcada disminución en los contaminantes y más productivos.

- 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.

Conservación de suelos



Para 2025, el 54% (27 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 producción.
- Factores físicos: textura, pH y capa de mantillo.
- Inversión en por tipo de acción de conservación implementada.
- Hombres y mujeres 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, limón, pimienta, cardamomo, jengibre).
- Textura: % de los componentes, valor de pH, profundidad de mantillo (centímetros), 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



Ventarrones



Olas de calor/
Sequía



Deslaves y
derrumbes

No climáticas



Agroquímicos



Prácticas
agrícolas no
sustentables



Extracción
irracional
de leña y
madera



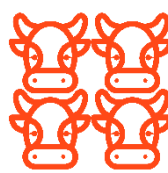
Deforestación



Lluvias
torrenciales



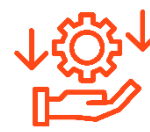
Erosión del
suelo



Ganadería
no
sustentable



Urbanización
no
planificada



Programa
s y
políticas
públicas
ineficaces

Impactos de las acciones

- 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.

Prácticas sustentables en los hogares



Para 2025, el 25% de los propietarios del CdE 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
- Talleres para capacitar 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 casas con huertos urbanos
- Número de hogares con compostas
- Número de estufas ahorradoras colocadas

Amenazas

Climáticas



Olas de calor/
Sequia



Erosión del suelo

No climáticas



Urbanización no
planificada



Extracción
irracional de
leña y madera

Extracción ilegal
de tierra de monte



Agroquímicos y
pesticidas



Robo hormiga
a los 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 políticas públicas, programas y proyectos que promuevan o fortalezcan la protección, restauración y el manejo y uso sustentable en el CdE, a través de la coordinación institucional, esquemas integrales de capacitación y el acompañamiento técnico para la implementación de medidas, reduciendo los impactos sobre los servicios ecosistémicos y disminuyendo los riesgos de desastres y la vulnerabilidad social, ambiental y económica en contexto de CC.

Indicadores

- Políticas y programas 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

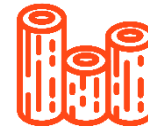
Amenazas

Climáticas

No climáticas



Urbanización



Extracción irracional de leña y madera

Extracción ilegal de tierra de monte



Agroquímicos y pesticidas



vRobo hormiga a los cultivos productivos



Contaminación de cuerpos de agua y sus cauces

Impactos potenciales

- Aumento en la conectividad de los bosques
- Menor tasa de cambio de uso de suelo
- Mejoramiento en la planeación urbana

Protección voluntaria de tierras



Para 2025, se han protegido 20 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 Tlalnahuayocan.

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



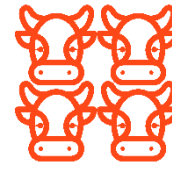
Urbanización no
planificada



Extracción
irracional de
leña y madera



Agroquímicos y
pesticidas



Ganadería no
sustentable



Extracción ilegal
de tierra de
monte

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
- Productos con valores justos

5. ¿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 acciones y prácticas potenciales 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. 3).

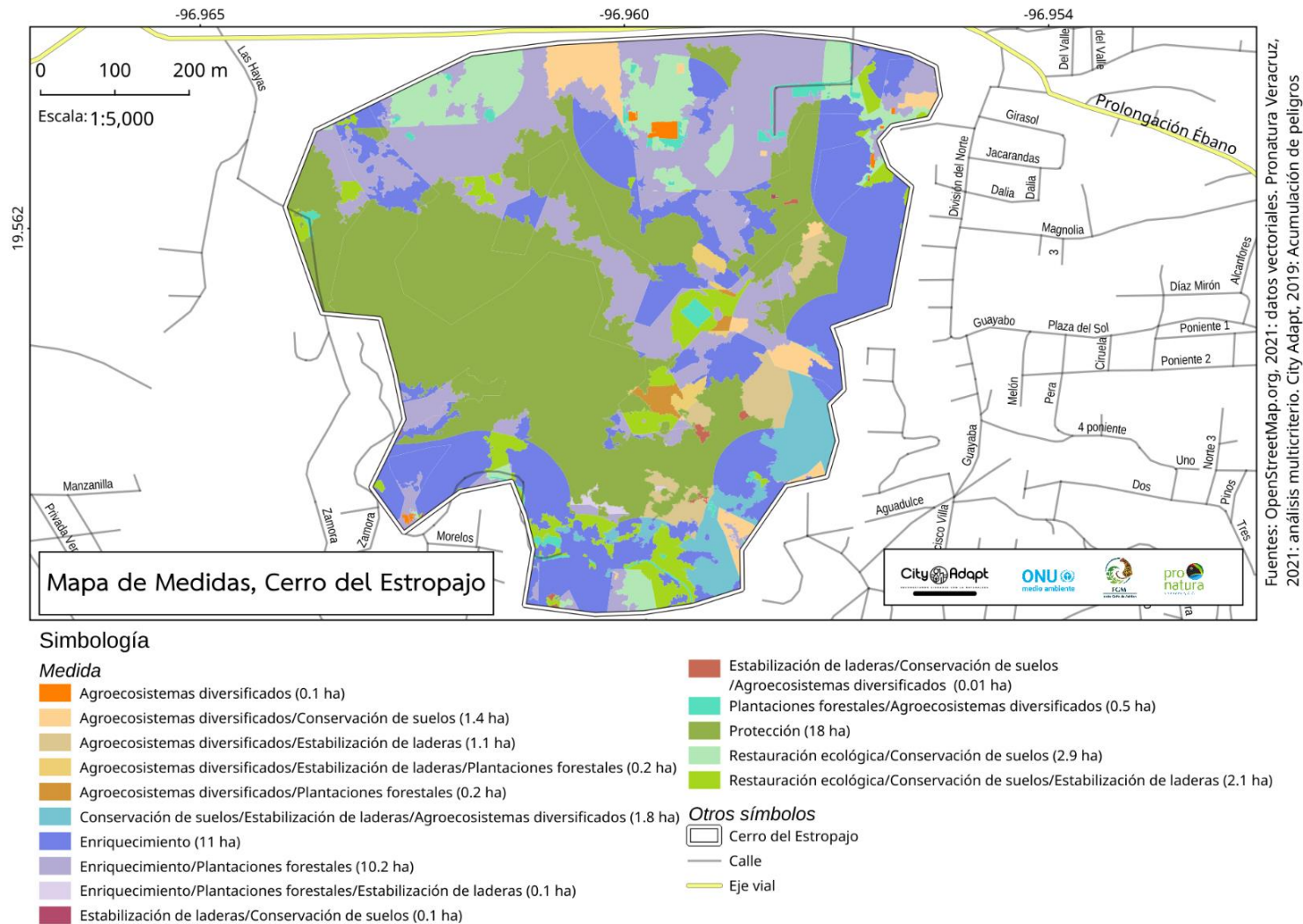


Figura 3 Mapa de zonificación de medidas en el CdE.

En el siguiente cuadro 1 se presenta la superficie potencial en hectáreas que corresponde a cada medida identificada en el CdE.

Cuadro 1 Superficie por medida identificada en el CdE.

| Medida identificada | Superficie (hectáreas) |
|--|------------------------|
| Agroecosistemas diversificados | 0.1 |
| Agroecosistemas diversificados/Conservación de suelos | 1.4 |
| Agroecosistemas diversificados/Estabilización de laderas | 1.1 |
| Agroecosistemas diversificados/Estabilización de laderas/Plantaciones forestales | 0.2 |
| Agroecosistemas diversificados/Plantaciones forestales | 0.2 |
| Conservación de suelos/Estabilización de laderas/Agroecosistemas diversificados | 1.8 |
| Enriquecimiento | 1.1 |
| Enriquecimiento/Plantaciones forestales | 10.2 |
| Enriquecimiento/Plantaciones forestales/Estabilización de laderas | 0.1 |
| Estabilización de laderas/Conservación de suelos | 0.1 |
| Estabilización de laderas/Conservación de suelos/Agroecosistemas diversificados | 0.01 |
| Plantaciones forestales/Agroecosistemas diversificados | 0.5 |
| Protección | 15 |
| Restauración ecológica/Conservación de suelos | 2.9 |
| Restauración ecológica/Conservación de suelos/Estabilización de laderas | 2.1 |

La estrategia participativa de este proyecto ha permitido detallar la información de las medidas potenciales y su zonificación a nivel de parcela familiar. El siguiente mapa (Fig. 4) plasma la información recabada en los recorridos y talleres con las familias Viveros, Ballesteros, Méndez, Suárez y Acosta, 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.

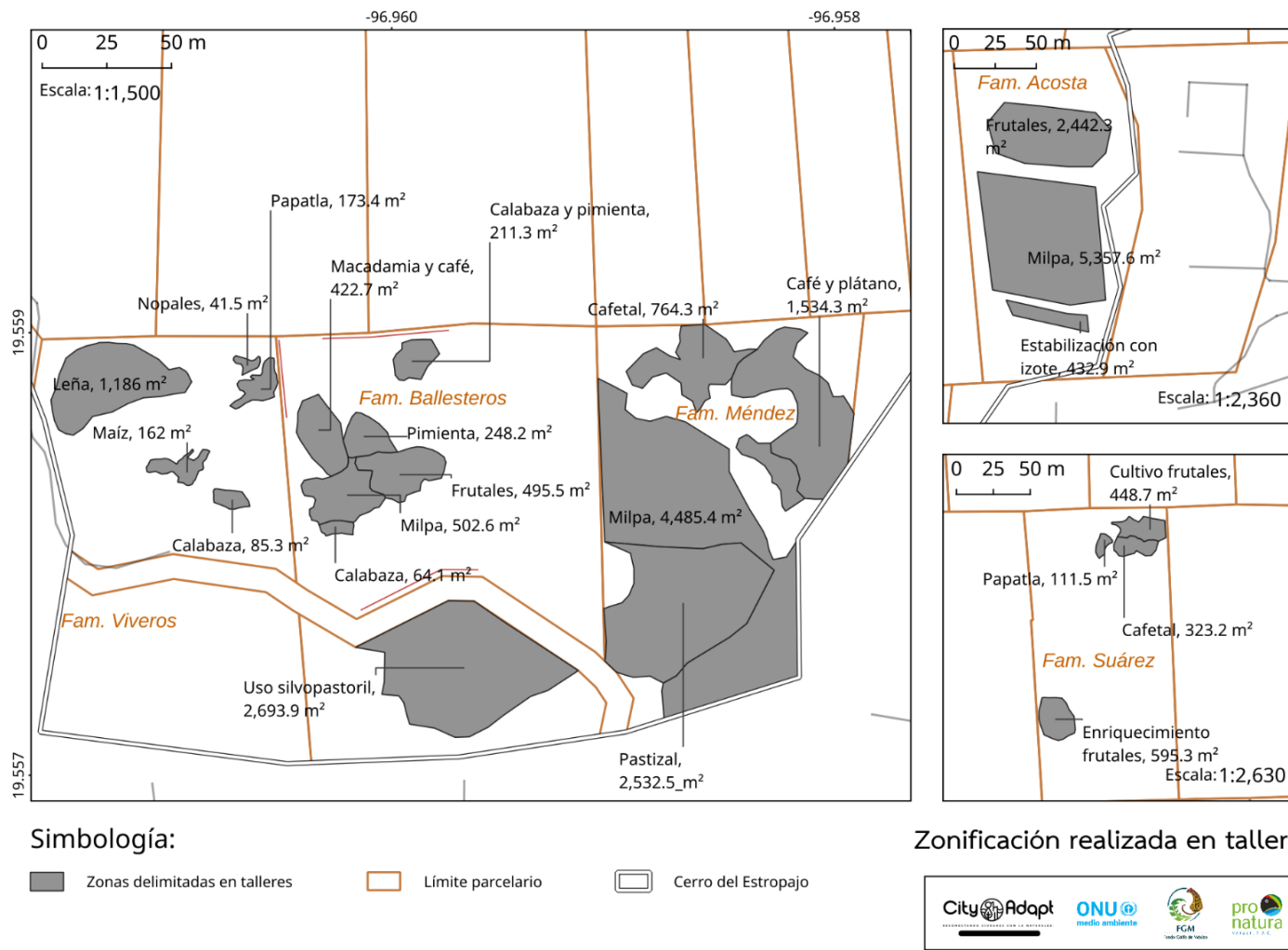


Figura 4 Zonificación a nivel de predio familiar validado en los talleres participativos y recorridos por predio en el CdE.

6. 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.

Restauración de la conectividad

Estas acciones en su conjunto tienen como objetivo recuperar los ecosistemas más degradados, recuperando la cobertura vegetal y la conectividad de los fragmentos, a su vez, 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.

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 degradados.

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).

- **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 los 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 presentar indicios de que pueden regenerarse por sí solos⁹.

Algunos factores que influyen en el potencial de regeneración natural son: la degradación del suelo (compactación, baja fertilidad, contaminación química); condiciones microclimáticas adversas (desección 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 los pastos 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)⁵.

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>

Práctica

La práctica más recurrida en esta medida, será el cercado y exclusión del área, ya sea del ganado o del paso de personas. Esto se puede realizar 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.

Beneficios

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

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 de gradados.

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 ecológica¹⁰. Estas prácticas se utilizan cuando el ecosistema no se puede regenerar por sí solo o 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.

Prácticas

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 propicia un ambiente adecuado para potencializar la formación de nuevas poblaciones.

Su implementación en campo consiste en sembrar 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, idealmente de diferentes especies (al menos dos), no un árbol aislado y de una sola especie como en el sistema comúnmente usado en la reforestación (para más opciones consultar Anderson, 1953¹¹).

¹⁰ Cecon, E. (2013). Restauración en ecosistemas tropicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. Ciudad de México, México: UNAM-Ediciones Díaz de Santos.

¹¹ Anderson, M.L. 1953. Plantación en grupos espaciados. Unasylva 7 (2):61-70.

Para la composición y selección de especies es de utilidad considerar especies de rápido y lento crecimiento. En este sentido, las especies de rápido crecimiento crearán 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 resguardar a grupos de especies más lentas o valiosas.

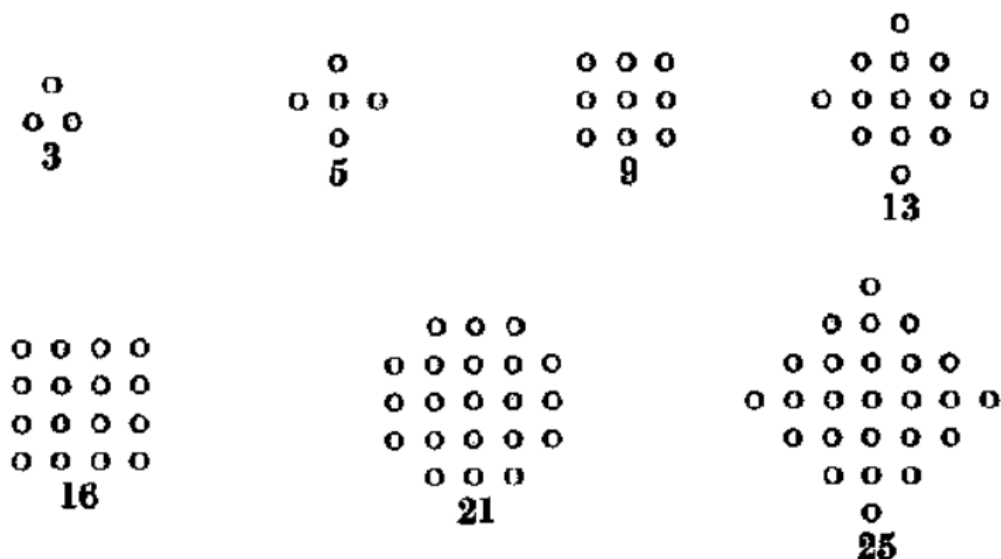


Figura 5 Posibles combinaciones de número de plantas por grupo. Imagen tomada de Anderson, 1953.

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.
- Siempre es aconsejable la combinación de diferentes prácticas de nucleación para potencializar la restauración ecológica y funcional del paisaje.

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. 2003; Anderson, 1953).
- La masa de árboles generados por esta práctica son más estables y con mayores probabilidades 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.



Figura 6 Grupos de Anderson, los círculos amarillos señalan especies de rápido crecimiento y el círculo azul señala una de lento crecimiento (Fotografía: Anibal Ramirez Soto)

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, promoviendo el establecimiento de especies pioneras en núcleos de regeneración (Reis et al., 2003).

Para su realización se tiene 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 1m^2 con un horizonte (profundidad) de 15 a 25 cm, los cuales deben tener hojarasca, materia orgánica en descomposición y microorganismos.
4. El suelo recolectado debe transponerse (tratando de mantener el orden de los horizontes) en huecos del tamaño de la muestra de suelo, en este caso, serían huecos de 1m^2 con una profundidad de 15 a 25 cm.



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 animales de un sitio a otro. En el caso de las perchas promueve la dispersión 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.

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).





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.

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 o mediano costo.
- Técnicas 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.

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 (Fig. 4).

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, 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; 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. De manera general se pueden emplear para tres fines principales:

a) restauración o enriquecimiento de un área perturbada de BMM con la intención de promover o acelerar su regeneración natural, con fines de conservación.

b) 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.

c) 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: 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 porosidad (Montoya, 2004).
- 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 año (Soto-Pinto et al, 2008). A grandes rasgos existen dos tipos prácticas con cultivos y árboles:

- a) 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 toleran 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.
- b) 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 llites (*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).

Consideraciones

- La densidad del componente arbóreo, el tipo de sombra que produce según el tipo de copa, la identidad de la especie leñosa, el tipo de ramificación y dosel son características que determinan el beneficio mutuo entre cultivos y árboles (Sanchún et al, 2016).
- 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.

Beneficios¹²

- 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*).

¹² Sanchún et al, 2016

- Sombra para café



Figura 7 Diferentes sistemas agroforestales: a) Fotografía de Las Cañadas-bosque de niebla, donde se muestra un sistema agroforestal con frutales, café y maderables como el ilite. Especies forrajeras y con callejones para borregos; b) Combinación especies forestales y cultivo agrícola, c) Agroecosistema de cafetal bajo sombra.

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 nutriéndolos 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 otros (Duarte, et al., 2018).

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)⁶.

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)¹⁴.

Prácticas de conservación de suelos

- Estabilización de laderas a través de trazado de curvas de nivel y/o la formación de terrazas
- Labranza cero
- Cercas vivas o linderos con árboles o arbustos

¹³ Combe, J., & Budowski, G. (1979). Classification of agro-forestry techniques. Proc agro-forestry systems in Latin America. Costa Rica: CATIE, 17-47.

¹⁴ 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>.

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 asociados (Montoya, 2004).

Consideraciones

1. Reconocer las áreas expuestas a fuertes vientos. Colocar la barrera de manera perpendicular a la dirección de los vientos dominantes.
2. 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 metro de separación entre individuos/plantas (Montoya, 2004).
3. Requiere ciertos manejos: una poda de formación a los seis meses con el objeto de que quede bien consolidada. 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.
4. No deben emplearse cerca de cauces de agua, manantiales o nacimientos de agua, debe haber una distancia mínima de 30 metros.

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.

- Barreras muertas o de piedra para controlar la erosión
- Diques de piedra y postes para eliminar zanjas ocasionadas por erosión hídrica

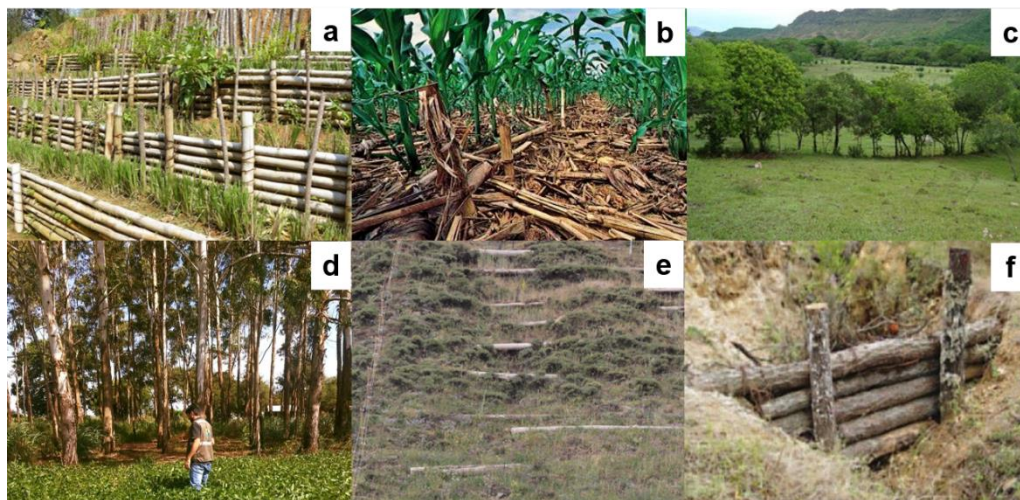


Figura 8 Prácticas de conservación de suelos: a) estabilización de laderas; b) labranza cero; c) cercas vivas; d) barreras cortavientos; e) barreras muertas; f) presas de madera en cárcavas.

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.

Prácticas sustentables en los hogares

Estas prácticas sustentables realizadas desde los hogares y no directamente en el Cerro del Estropajo reforzarán otras medidas; en este sentido, las acciones abajo especificadas, tendrán 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 (Fig. 6).

Prácticas

- Huertos urbanos
- Captación de agua de lluvia
- Fertilizantes orgánicos (compostas, lombricomposta, lixiviados, etc.)
- Control de plagas (bio insecticidas, trampas, etc.)
- Estufas ahorradoras

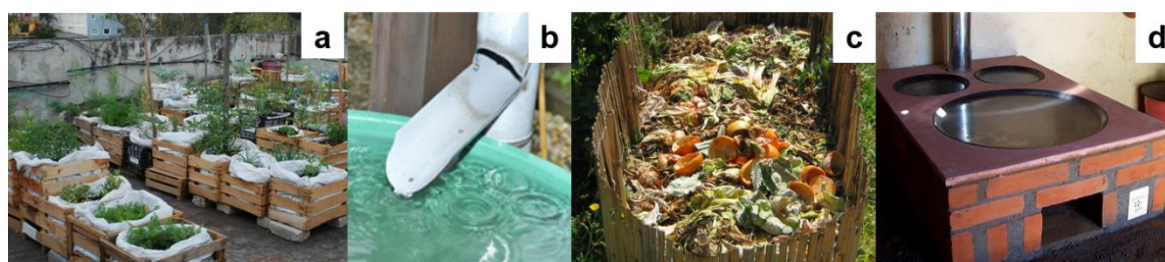


Figura 9 Acciones complementarias: a) huertos urbanos; b) captación de agua de lluvia; c) compostas; d) estufas ahorradoras de leña.

Las ciudades sostenibles y resilientes basadas en la implementación de soluciones basadas en la naturaleza, 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, 2017¹⁵). 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.

Prácticas

- Coordinación con autoridades
- Fortalecimiento de capacidades
- Vigilancia comunitaria
- Pagos por Servicios Ambientales (hidrológicos y de carbono)
- Planeación urbana y territorial

¹⁵ 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.

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

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

Di Sacco, et al., 2021⁹

Protección voluntaria de tierras

La protección voluntaria de tierras en el Cerro del Estropajo, está 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 de mayor peligro del cerro, siendo el foco de atención las zonas con dos o tres peligros acumulados (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.

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 de la protección ante los propietarios.
3. Visita de campo para georreferenciar 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 (SEDEMA o CONANP según sea el caso).
6. Revisión y atención a las observaciones indicadas por las secretarías.
7. Entrega del certificado al propietario.

¹⁶ 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>

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).
- 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 del gobierno federal (CONAFOR, SEMARNAT, PROCER, entre otros).

CATÁLOGO DE ESPECIES PARA LA RESTAURACIÓN

Agroforestería y conservación del suelo del Cerro del Estropajo




7. 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, 2016; 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; Muñiz-Castro et al, 2014; Muñiz-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; RevivePronatura-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 características 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 sucesional*), 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.


Código de los distintos usos antropogénicos de las especies:

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

| | |
|--|---|
| 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 Restauración activa Agroforestería |
|  <p>Ximena Espejel, Pronatura Veracruz, A. C.</p> | <p>Control de erosión: sus raíces extendidas y superficiales fijan el nitrógeno y retienen el suelo, protegiéndolo de la erosión.</p> <p>Fijadora de nitrógeno.</p> <p>Alimento para fauna silvestre.</p> <p>Cerca viva.</p> <p>Cortina rompe viento.</p> <p>Sombra en la parcela.</p> <p>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.</p> <p>Fuente: Niembro et al, 2010.</p> |

| | |
|--|--|
| 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 Restauración activa Agroforestería |
|  <p>Carmen Galdames, Smithsonian Tropical Research Institute</p> | <p>Control de erosión.</p> <p>Fijadora de nitrógeno.</p> <p>Alimento para fauna silvestre.</p> <p>Hábitat para animales o plantas silvestres.</p> <p>Cerca viva.</p> <p>Sombra en la parcela.</p> <p>Banco de forraje: para caballos, burros y mulas.</p> <p>Cercas vivas.</p> <p>Sombra para cafetales.</p> <p>Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Niembro et al, 2010.</p> |

| | |
|--|---|
| Nombre científico: <i>Alnus acuminata</i> | Altitud (msnm): 1,000-3,000 |
| Nombre común: Ilite | 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 Restauración activa Agroforestería |
|  <p>Rolando Pérez, Smithsonian Tropical Research Institute</p> | <p>Control de erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Fijadora de nitrógeno. Rápido crecimiento. Propicia la precipitación de la neblina. Tocones con capacidad de rebrote. Plantaciones forestales mixtas. Manejo de la regeneración natural: acahuales de BMM. 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.</p> <p>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.</p> |

| | |
|--|--|
| 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 Restauración activa Agroforestería |
|  <p>Akos Kokai, Wikimedia Commons</p> | <p>Control de erosión. Alimento para fauna silvestre. Cercas vivas. Sombra en la parcela. Policultivo intercalado con árboles frutales.</p> <p>Fuente: SIRE-Paquetes Tecnológicos; Revive-Pronatura-C6, 2017</p> |

| | |
|---|---|
| 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 Restauración activa Agroforestería |



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

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

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



Suelo Restauración activa Agroforestería

Promisora de reforestación en áreas con diferentes grados de compactación del suelo.
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.
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.


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


| | | Suelo | Restauración activa | Agroforestería |
|--|---|-------|---------------------|----------------|
|  | <p>Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Comida para fauna silvestre. Manejo de la regeneración natural: zonas de acahual secundario.</p> | | | |
| | <p>Fuente: Revive-Pronatura-C6, 2017.</p> | | | |


| | | | |
|--|--|--------------------------|--------------------------|
| 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 |

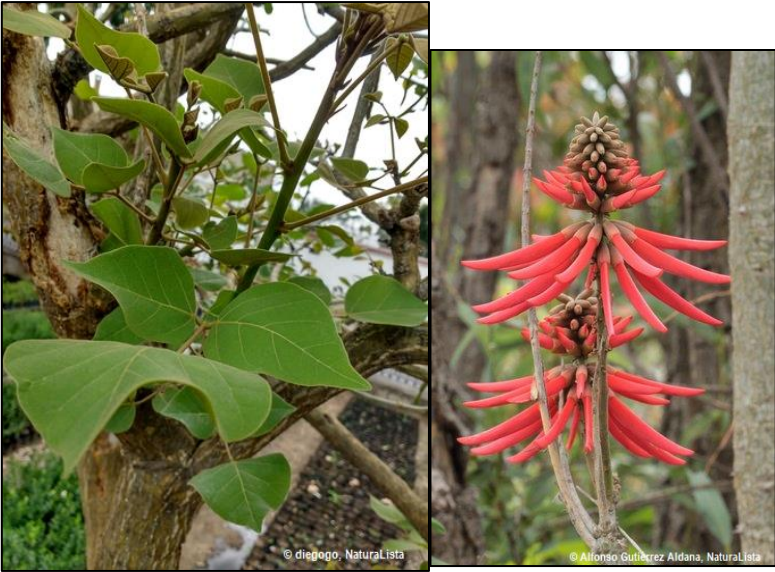
| | | Suelo | Restauración activa | Agroforestería |
|--|--|-------|---------------------|----------------|
|  | <p>Control de la erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Comida y hábitat para fauna silvestre. Tolerante a la sequía. Enriquecimiento de plantaciones forestales. Cercas vivas. Barrera rompeviento. Jardines, traspatio. Sombra para cafetales. Sombra para la parcela.</p> | | | |
| | <p>Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Niembro et al, 2010.</p> | | | |


| | |
|---|--|
| Nombre científico: <i>Clethra macrophylla</i> (suele confundirse con <i>C. mexicana</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 |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 50%; padding-left: 10px;"> <p>Suelo Restauración activa Agroforestería</p> <p>Control de erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Comida y hábitat para fauna silvestre. Tolerante a la sequía. Enriquecimiento de plantaciones forestales. Cercas vivas. Barrera rompeviento. Sombra para la parcela.</p> <p>Fuente: Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011; Sánchez-Velásquez et al, 2008.</p> </div> </div> | |


| | |
|---|------------------------------------|
| 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 |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 50%; padding-left: 10px;"> <p>Suelo Restauración activa Agroforestería</p> <p>Control de erosión. Comida y hábitat para fauna silvestre. Cercas vivas.</p> <p>Fuente: Revive-Pronatura-C6, 2017.</p> </div> </div> | |


| | |
|---|--|
| Nombre científico: <i>Cupressus lusitanica</i> (Sinónimo <i>C. benthamii</i>) | Altitud (msnm): 1,400-3,600 |
| Nombre común: Ciprés blanco, Sabino | Forma de vida: árboles |
| Familia: CUPRESSACEAE | Grupo sucesional: pionera-intermedia |
| Utilidad: Ar, Ca, CR, L, Ma, Me, O | Propagación: esqueje, semilla |
| | Suelo Restauración activa Agroforestería |
|  <p>© Canek Ledesma Corral Plants of the World, Kew.</p> | <p>Control de erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). 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 Cercas vivas. Barrera rompeviento. Linderos.</p> |
| | 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 |
| | Suelo Restauración activa Agroforestería |
|  <p>Kahamir Wolf, Promotora Veracruz A.C.</p> <p>David Stang</p> | <p>Jardines, traspatios. Policultivos intercalados con árboles.</p> |
| | Fuente: García-Mortesi, 2016. |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Nombre científico: <i>Erythrina americana</i> | Amenazada (Nom-059-SEMARNAT-2010) | Altitud (msnm): | 0-2,500 |
| Nombre común: Gasparito | | Forma de vida: | árboles. |
| Familia: FABACEAE | | Grupo sucesional: | pionera |
| Utilidad: Ar, Ce, Co, I, L, Me, O, S | | Propagación: | Semilla, esqueje |
| | | Suelo | Restauración activa Agroforestería |
|  | | <p>Fijadora de nitrógeno, mejorando la fertilidad del suelo. Plantaciones forestales mixtas. Cercas vivas. Jardines, traspatio.</p> | |
| <p>Fuente: Sánchez-Velásquez et al, 2008; Niembro et al, 2010; Fehling-Fraser & Ceccon, 2015; Revive-Pronatura-C6, 2017.</p> | | | |


| | | | |
|---|--|---|--|
| 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 | Restauración activa Agroforestería |
|  | | <p>Rápido crecimiento. Plantaciones forestales mixtas. Nucleación. Banco de forraje: hojas. Cercas vivas. Sombra para cafetales.</p> | |
| <p>Fuente: Sánchez-Velásquez et al, 2008; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011; Williams-Linera et al, 2016.</p> | | | |


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

| | |
|---|--|
| 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 Restauración activa Agroforestería |
|  | <p>Control de erosión. Fijadora de nitrógeno. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Comida para fauna silvestre. Crecimiento rápido. Plantaciones forestales mixtas. Sistemas agroforestales. Cercas vivas. Barrera rompeviento. Jardines, traspatios. Sombra para cafetales. Sombra para parcelas/pastizales.</p> |
| | <p>Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Lascurain et al, 2010; Niembro et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011.</p> |



| | | | |
|--|--|---|--|
| Nombre científico: <i>Juglans pyriformis</i> | Amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010) Endangered (IUCN) Endémica | Altitud (msnm): | (1,000) 1,200–1,400 (1,900) |
| Nombre común: Nogal | | Forma de vida: | árboles |
| Familia: JUGLANDACEAE | | Grupo sucesional: | intermedia |
| Utilidad: Ar, Ma, S, SC | | Propagación: | semilla |
| | | Suelo | Restauración activa Agroforestería |
|  <p>Jerzy Rzedowski Rottler/CONABIO</p> <p>Oabel López Francisco y Mariano Gorostiza Salazar, Plants of the World, KEW</p> | | <p>Control de la erosión. Capacidad para desarrollarse en suelos compactados. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Comida para fauna silvestre. Enriquecimiento de plantaciones forestales: mayor supervivencia bajo sombra de <i>Alnus acuminata</i> y <i>Trema micrantha</i>. Plantaciones forestales mixtas: sobrevivencia alta, en áreas con diferentes tipos de compactación del suelo o deforestadas. Nucleación. Linderos. Sombra para cafetales. Sombra en la parcela.</p> | |
| | | <p>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, 2015.</p> | |


| | | | |
|--|--|---|--|
| 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: | semilla, esqueje |
| | | Suelo | Restauración activa Agroforestería |
|  <p>Jan Montes de Oca Cacho/CONABIO</p> | | <p>Control de erosión: recuperación de terrenos desmontados o degradados. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Estabilizador de bancos de arena. 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. Plantaciones forestales mixtas.</p> | |
| | | <p>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.</p> | |

| | | | |
|---|-------------------------------|---|--|
| 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 Agroforestería |
|  | | <p>Plantaciones forestales mixtas. Comida para fauna silvestre. Sombra en la parcela o cafetales. Jardines, traspatio. Policultivo intercalado con árboles frutales.</p> | |
| | | 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 |
| | | Suelo | Restauración activa Agroforestería |
|  | | <p>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. Cerca viva. Sombra en la parcela o cafetales.</p> | |
| | | Fuente: Williams-Linera et al, 2016; Ramírez-Marcial y González-Espinosa, 2016. | |


| | | | |
|--|------------------------------|--|----------------------------|
| Nombre científico: <i>Ocotea disjuncta</i> | Endémica, restringida al BMM | Altitud (msnm): | 1,700-2,500 |
| Nombre común: Vara negra | | Forma de vida: | Árbol |
| Familia: LAURACEAE | | Grupo sucesional: | pionera |
| Utilidad: CR, Ma | | Propagación: | semilla |
| | | Suelo | Restauración activa |
| | | Agroforestería | |
|  | |  | |
| | | <p>Control de erosión. Incorporación de materia orgánica y nutrientes al suelo (hojarasca). Mayor tiempo de vida de su sistema radicular. 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.</p> | |
| | | <p>Fuente: González-Espinosa et al, 2011; Landero-Lozada, 2017; Toledo-Aceves et al, 2017; García-Hernández, 2017.</p> | |

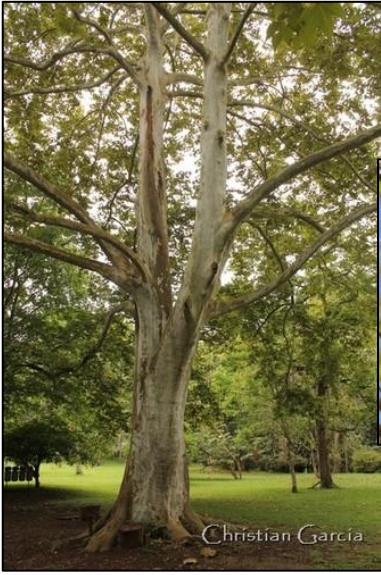

| | | | |
|---|--|---|----------------------------|
| Nombre científico: <i>Ocopetalum mexicanum</i> | | Altitud (msnm): | 500-1,200 |
| Nombre común: Cachichín | | Forma de vida: | árboles |
| Familia: ICACINACEAE, | | Grupo sucesional: | intermedia? |
| Utilidad: Ar, Ce, Co, CR, F, Ma, Mi, O, SC | | Propagación: | Semilla |
| | | Suelo | Restauración activa |
| | | Agroforestería | |
|  | |  | |
| | | <p>Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Comida para fauna silvestre. Jardines, traspatios.</p> | |
| | | <p>Fuente: Lascurain et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011; Ramírez-Marcial y González-Espinosa, 2016.</p> | |



| | | | | |
|---|---------------------------|--------------------------|---|----------------------------|
| Nombre científico: | <i>Oreopanax echinops</i> | Vulnerable (IUCN) | Altitud (msnm): | 1,100-2,400 |
| Nombre común: | Mano de león | | Forma de vida: | arbustos, árboles |
| Familia: | ARALIACEAE | | Grupo sucesional: | intermedia? |
| Utilidad: | L, Mi, O | | Propagación: | semilla |
| | | | Suelo | Restauración activa |
| | | | Agroforestería | |
|  | | | Control de erosión. | |
| | | | Fuente: 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 |
| | | | Restauración activa |
| | | | Agroforestería |
|  | | | Control de erosión. Comida para fauna silvestre. Regeneración natural asistida: zonas de acahual en sucesión secundaria. Jardines, traspatios. Sombra para cafetales o en la parcela. Cultivos diversificados con árboles frutales. |
| | | | Fuente: Sánchez-Velásquez et al, 2008; Niembro et al, 2010; Revive-Pronatura-C6, 2017. |



| | | | |
|--|--------------------------|---|----------------------------|
| Nombre científico: <i>Persea schiediana</i> | Endangered (IUCN) | Altitud (msnm): | 800-1,600 |
| Nombre común: Chinine, Pagua | | Forma de vida: | árboles |
| Familia: LAURACEAE | | Grupo sucesional: | tardía |
| Utilidad: Co, F, I, L, Ma, Me, Mi | | Propagación: | semilla |
| | | Suelo | Restauración activa |
| | | Agroforestería | |
|  | | <p>Control de erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Enriquecimiento de plantaciones forestales: tolerante a cierto grado de sombra, se establece bien bajo dosel de <i>Pinus</i> spp. Cercas vivas. Jardines, traspatios. Sombra en la parcela y en cafetales. Cultivos diversificados con árboles frutales.</p> | |
| | | <p>Fuente: Montagnini et al, 2008; Sánchez-Velásquez et al, 2008; Niembro et al, 2010; Lascurain et al, 2010.</p> | |


| | | | |
|--|--|---|----------------------------|
| 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 | Restauración activa |
| | | Agroforestería | |
|  | | <p>Control de la erosión. Alimento para fauna silvestre. Cercas vivas. Barrera rompe viento. Sombra en la parcela o en cafetales. Jardines, traspatios. Cultivos diversificados con árboles frutales.</p> <p>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.</p> | |
| | | <p>Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999.</p> | |


| | |
|---|---|
| Nombre científico: <i>Platanus mexicana</i> | Altitud (msnm): 700-2,400 |
| Nombre común: Haya, Álamo blanco | Forma de vida: árboles |
| Familia: PLATANACEAE | Grupo sucesional: pionera? |
| Utilidad: Ar, CR, L, Ma, Me, O, S | Propagación: semilla, esqueje |
| | Suelo Restauración activa Agroforestería |
|   | <p>Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Estabilizador de bancos de arena. Rápido crecimiento. Hábitat para fauna silvestre. Enriquecimiento de plantaciones forestales. Plantaciones forestales mixtas: sobrevivencia intermedia en áreas deforestadas con luz solar directa. Delimitar propiedades.</p> <p>Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Sánchez-Velásquez et al, 2008; Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; Ramírez-Marcial y González-Espinosa, 2016.</p> |


| | |
|---|--|
| 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: semilla, esqueje |
| | Suelo Restauración activa Agroforestería |
|   | <p>Control de erosión: sistema radicular superficial (60 cm del suelo) y extendido. Tolera suelos pobres, ácidos, pedregosos, compactos. Rápido crecimiento. Hábitat y alimento para fauna silvestre. Tocones con capacidad de rebrote. Tolerante a heladas y sequías. Plantaciones forestales. Enriquecimiento de acahuales Cercas vivas. Barrera rompe viento. Jardines, traspatios. Sombra en la parcela. Cultivos diversificados con árboles frutales.</p> <p>Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; Lascrain et al, 2010; González-Espinosa et al, 2011.</p> |


| | |
|--|--|
| 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 |
|  <p>© JUAN CARLOS GARCÍA MORALES, MÉXICO.</p> | <p>Suelo Restauración activa Agroforestería</p> <p>Control de erosión: tolera suelos compactos, ácidos y pobres. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). 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. 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.</p> <p>Fuente: Vázquez-Yanez et al, 1999; Montagnini et al, 2008; Niembro et al, 2010; Lascurain et al, 2010.</p> |
| | <p>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.</p> |

| | |
|--|---|
| Nombre científico: <i>Quercus insignis</i> Endangered (IUCN) | Altitud (msnm): 1,500 – 2,160 |
| Nombre común: Encino | Forma de vida: árboles |
| Familia: FAGACEAE | Grupo sucesional: intermedia |
| Utilidad: Ar, Ca, CR, L, Ma, O, P | Propagación: semilla |
|   <p>© George Chasac, Plants of the World - Kew.</p> | <p>Suelo Restauración activa Agroforestería</p> <p>Control de erosión. Estabilizador de laderas. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). Alimento para fauna silvestre. Enriquecimiento de plantaciones forestales: mejor y mayor crecimiento en sitios con cobertura preexistente aproximada del 60%. Tolerante 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. Banco de forraje: fruto para alimentar al ganado.</p> <p>Fuente: Sánchez-Velásquez et al, 2008; Montes-Hernández y López-Barrera, 2013; López-Barrera et al, 2016; Landero-Lozada, 2017; Revive-Pronatura-C6, 2017</p> |
| | <p>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.</p> |

| | |
|--|---|
| 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 Restauración activa Agroforestería |
|  | <p>Control de erosión. Estabilizador de laderas. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). 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 <i>Pinus</i> spp. o arbustos del sotobosque. Plantaciones forestales mixtas: con fines de restauración y conservación. Regeneración natural asistida: enriquecimiento de acahuales.</p> |
| | 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 Restauración activa Agroforestería |
|  | <p>Control de erosión. Estabilizador de laderas. Enriquecimiento de plantaciones forestales: se establece bien bajo dosel de <i>Pinus</i> spp. Regeneración natural asistida: enriquecimiento de acahuales.</p> |
| | 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 Restauración activa Agroforestería |
|  | <p>Control de erosión. Acumulación de materia orgánica en el suelo (hojarasca). 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. Banco de forraje: alto contenido de proteína para nutrir al ganado. Mejora áreas de barbecho. Cerca viva. Sombra en la parcela.</p> |
| | 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> | Altitud (msnm): |
| Nombre común: Jengibre | Forma de vida: hierbas |
| Familia: ZINGIBERACEAE | Grupo sucesional: |
| Utilidad: Co, Me | Propagación: |
| | Suelo Restauración activa Agroforestería |
|  | <p>Prefiere suelo arcilloso, rico en materia orgánica (mantillo a manera de acolchado). Requiere de 2-5 horas diarias de sol directo y en sitios protegidos del viento. 8-10 meses de edad es el mejor momento para cosecharla.</p> |
| | Fuente: Texas A&M, AgriLife Extension Service |

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.
- Anderson, M.L. 1953. Plantación en grupos espaciados. *Unasyuva* 7 (2):61-70.
- 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. (2015). Can Pinus plantations facilitate reintroduction of endangered cloud forest species? *Landscape Ecol. Eng.* DOI 10.1007/s11355-015-0277-z
- Brundrett, C. M. (2009). Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant Soil*, 320, 37–77. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9877-9>.
- 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>.
- Ceccon, E. (2013). Restauración en ecosistemas tropicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. Ciudad de México, México: UNAM-Ediciones Díaz de Santos.
- 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.
- 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.

- Combe, J., & Budowski, G. (1979). Classification of agro-forestry techniques. Proc agro-forestry systems in Latin America. Costa Rica: CATIE, 17-47.
- 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.
- 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>
- 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-Morlesín, M. (2016). Monografía de la semilla de cardamomo, control de calidad. Tesis de licenciatura. Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla, 30 pp.
- 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.
- 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 International, 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).
- Laforteza, R., G. Sanesi. (2019). Nature-based solutions: Settling the issue of sustainable urbanization. *Environ. Res.*, 172, pp. 394-398, 10.1016/j.envres.2018.12.063.
- 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., 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: Ceccon, 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.
- Medeiros, A. S., Goto, B. T., & Ganade, G. (2021). Ecological restoration methods influence the structure of arbuscular mycorrhizal fungal communities in degraded drylands. *Pedobiología*, 84, 150690.
- 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.
- Muñiz-Castro, M. A., Williams-Linera, W. y Benitez-Mallvido, J. (2014). Restoring montane cloud forest: establishment of three Fagaceae species in the old fields of central Veracruz, Mexico. *Restoration Ecology* (23)1: 26-33.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Rojas-Sandoval, J. 2016. *Eriobotrya japonica* (loquat). *Invasive Species Compendium*, 20559.
- 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/Jo84_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, 2018 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.
- Yarranton, A. and Morrison, R. (1974). Spatial Dynamics of a Primary Succession: Nucleation, *Journal Of Ecology*, 62(2):417-428.