



UVG

UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE GUATEMALA

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES FORESTALES RELEVANTES PARA LA RESTAURACIÓN

MARCELO J. SERRANO



Popularización
de la Ciencia

MANUAL PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES FORESTALES RELEVANTES PARA LA RESTAURACIÓN

UVG
UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE GUATEMALA

**EDITORIAL
UNIVERSITARIA**



Autores

Marcelo José Serrano Díaz-Durán

Revisión y Edición de Estilo

Juan Pablo Rustrián López

Revisión

María Renée Álvarez Ruano

Luís Estuardo Ríos

Fotografías

Marcelo José Serrano Díaz-Durán

Luís Estuardo Ríos

Agradecimientos

A cada uno de los participantes en la investigación: pobladores de San Cristóbal Verapaz, especialistas en temas de restauración (INAB, CONAP, UICN, CATIE, Asociación Vivamos Mejor, IARNA, USAC, UVG), y a todos aquellos involucrados en la elaboración de este manual.

© Universidad del Valle de Guatemala

ISBN 978-9929-8144-6-2

CONTENIDOS:

¿CÓMO USAR EL
MANUAL DE
SELECCIÓN DE
ESPECIES
FORESTALES
RELEVANTES?
PÁG. 9

INTRODUCCIÓN
PÁG. 11

CAPÍTULO 1

ECOLOGÍA DE
BOSQUES Y
APLICACIONES
EN GUATEMALA
PÁG. 15

IMPORTANCIA DE LOS
BOSQUES PÁG. 16



CAPÍTULO 2

PRINCIPIOS DE RESTAURACIÓN FORESTAL PÁG. 23

CONTEXTO PÁG 24

PRINCIPIOS Y

DIRECTRICES PÁG 25

RESTAURACIÓN PASIVA Y ACTIVA

PÁG 27

OPORTUNIDADES Y

DISEÑO DE ESTRATEGÍAS PÁG 29

CAPÍTULO 3

MÉTODO DE SELECCIÓN DE ESPECIES RELEVANTES PARA RESTAURACIÓN DE UN ECOSISTEMA PÁG. 31

IDENTIFICACIÓN

TAXONÓMICA PÁG 32

IMPORTANCIA ECOLÓGICA PÁG 34

IMPORTANCIA CULTURAL PÁG 39

SELECCIÓN DE ESPECIES RELEVANTES PÁG 41

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DE CASO - BOSQUE NUBOSO DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ PÁG. 43

OBJETIVO PÁG 44

DESCRIPCIÓN DEL SITIO PÁG 44

MÉTODOS PÁG 47

RESULTADOS PÁG 51

DISCUSIÓN PÁG 63

CONCLUSIONES PÁG 69

RECOMENDACIONES PÁG 71

LITERATURA CITADA PÁG 73



¿Cómo usar el manual de selección de especies forestales relevantes?

El manual para la selección de especies forestales relevantes para la restauración, se diseñó de forma específica para la región de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz. A pesar de esto, las metodologías diseñadas e implementadas son adaptables para diversas regiones en Guatemala. El manual tiene como propósito dar a conocer un método para realizar restauración ecológica de forma integral, no solo considerando aspectos ecológicos, sino culturales y cumpliendo con criterios definidos y con opiniones de actores clave en el tema de restauración.

La estructura básica de este manual se distribuye en capítulos, cada capítulo incluye secciones especiales descritas de la siguiente forma:



CUADROS RESUMEN

Incluyen información puntal como cifras, ejemplos y datos del capítulo correspondiente. Se recomienda leer el capítulo completo y solo usar los cuadros resumen para recordar información puntual.

DIAGRAMAS EXPLICATIVOS

Ilustran información de procesos y explican contenidos del capítulo correspondiente. La información contenida en el diagrama es específica, no es un resumen.



APARTADO 3 – Equipo necesario para la identificación taxonómica:

- GPS portátil
- Mapas del sitio
- Tijeras podadoras
- Guacamaya
- Bolsas de colecta
- Hoja de apuntes

Es recomendable llevar equipo de escalada de árboles para obtener material que no esté accesible desde el suelo. Además es importante no utilizar identificaciones obsoletas, de lo contrario se obtiene una evaluación errónea del estado de conservación, distribución y disponibilidad de germoplasma de una especie; e incluso en la introducción de especies exóticas en el área.



APARTADOS

Contienen temas específicos brevemente desarrollados de interés con ejemplos. Además, contienen herramientas metodológicas.



INTRODUCCIÓN



Los bosques representan un elemento fundamental en la identidad de Guatemala, aportando tanto en aspectos culturales como económicos. Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), la mayor parte del territorio del país (57.89%) tiene una vocación forestal (MAGA, PEDN, & Laboratorio de Geográfica, 2002). A pesar de esto, una gran parte del territorio ha sido deforestado. Actualmente, se ha perdido cerca del 30% de los bosques con los que se contaba en 1991. Solo en el período entre los años 2010 y 2016 se reportó una pérdida neta de 101,542 hectáreas (INAB et al., 2019). Estas incluyen plantaciones de monocultivos forestales como ganancia de bosque, reduciendo aún más la cobertura de bosque natural o plantaciones de especies nativas. Entre los efectos negativos de la pérdida forestal se encuentra el aumento de vulnerabilidad ante variables climáticas.

Según el Índice de Riesgo Climático a Largo Plazo de Germanwatch, Guatemala se encuentra entre los 15 países más amenazados por el cambio climático y los ecosistemas forestales son un componente clave para la mitigación de sus efectos. Debido a esto y con el propósito de detener la actual pérdida de biodiversidad, han surgido propuestas a nivel mundial para frenar la deforestación y recuperar áreas ya degradadas. En respuesta al desafío de Bonn, Guatemala se comprometió con la restauración de 1.2 millones de hectáreas dentro de su territorio para el año 2032 (Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala, 2018) y dentro de su definición se menciona que la restauración forestal debe cumplir con fines ecológicos y mejorar el bienestar humano. De modo que la toma de decisiones en torno a la restauración debe tomar en cuenta el impacto ecológico, cultural y económico.

En Guatemala han surgido diversas propuestas para incentivar programas de reforestación o de silvicultura (Palomo, 2013). Sin embargo, en la mayoría de los casos se siembran especies forestales exóticas o monocultivos de especies comerciales. Esto produce bosques simples, poco diversos y resilientes. Los cuales tienen una menor capacidad de retención de agua y aportan poco a la conservación de los recursos genéticos del país (Vargas Ríos, 2011). Es necesario fomentar programas de restauración en vez de reforestación no planificada; utilizando especies que apresuren los procesos de sucesión y la recuperación de las funciones ecosistémicas (Holl, 1999).

La selección de especies forestales es clave para una restauración efectiva y debe tener un enfoque en diversidad (Aerts & Honnay, 2011). Sin embargo, no se cuenta con un método de selección que tome en cuenta tanto variables ecológicas como culturales de cada sitio y que evite el sesgo por parte de las personas que toman las decisiones. La falta de métodos y viveros para la reproducción de especies nativas impide la siembra de estos árboles tanto en programas de restauración como personas individuales. Este documento presenta un método integrado para priorizar especies a incluir en programas de restauración enfocándose en cada ecosistema específico.



A low-angle photograph looking up into the branches of a large tree. The tree's trunk and branches are dark and textured, with some green leaves visible. A howler monkey is seen climbing a branch on the right side of the frame, its body silhouetted against the sky. The sky is blue with scattered white clouds. A semi-transparent dark green rectangular box is overlaid on the left side of the image, containing the chapter title in white text.

CAPÍTULO 1:

ECOLOGÍA DE BOSQUES Y

APLICACIONES EN GUATEMALA

1.1 Importancia de los bosques

Los bosques son esenciales para la supervivencia de las personas y otros organismos en la Tierra. Según el Fondo Mundial para la Naturaleza, 1.6 billones de personas dependen de ellos y el 80% de la biodiversidad de organismos terrestres se encuentra en ecosistemas forestales (WWF, 2020). Estos cumplen con una gran variedad de funciones que van desde la retención y formación de suelos; captación y mantenimiento de la disponibilidad de agua; utilización como refugio para animales y hospederos para una gran variedad de plantas; fuente de alimento y generación de sombra; entre otras. La biodiversidad de los bosques también representa una importante fuente de recursos para la vida cotidiana y tradiciones culturales de las poblaciones locales. El uso más común es como fuente de madera. Sin embargo, también pueden ser fuentes de frutos y otros alimentos; compuestos medicinales; y materiales culturalmente importantes como tintes y fibras. El siguiente diagrama ilustra los productos y servicios provistos por los bosques:



FIGURA 1. Servicios ecosistémicos proporcionados por la diversidad biológica forestal.

Los recursos forestales también representan un ingreso importante para la economía de Guatemala. El país cuenta con una gran variedad de especies maderables de alta calidad y cotizadas tanto nacional e internacionalmente. Según el SIFGUA (Sistema de Información Forestal de Guatemala), las exportaciones de productos forestales (madera y derivados) representaron un ingreso de US\$ 534,395,389.00 para el año 2019; con una tendencia a aumentar en los siguientes años (SIFGUA, 2020). Aunque la tala de árboles contribuye en gran medida a la deforestación en el país, existen métodos de manejo en donde el aprovechamiento forestal apoya a la conservación de los bosques. Un ejemplo de esto son las concesiones forestales que se encuentran en la Reserva de la Biosfera Maya (RBM). Estos programas han sido un ejemplo a nivel internacional para el aprovechamiento sostenible de recursos forestales (Gómez & Méndez, 2007). A parte de la producción de madera, los bosques también son fuente de recursos no maderables importantes económicamente.



Algunos servicios ecosistémicos proporcionados por el bosque.

Los bosques de Guatemala son fuente de productos no maderables importantes a nivel internacional. Un ejemplo de esto es la venta de Xate (*Chamaedorea* spp.). La exportación de las hojas de esta palma se ha convertido en una fuente de ingresos esencial para las comunidades que lo cosechan (ver apartado 1). En el 2017, las ventas de Xate y otros productos no maderables (nuez de ramón, pimienta y chicle) representaron más de 1 millón de dólares, con tendencia a seguir aumentando (USAID y Rainforest Alliance, 2018). También es importante tomar la cuenta el valor de los recursos genéticos forestales. Los bosques de Mesoamérica son el centro de diversidad de varios grupos taxonómicos importantes a nivel mundial.

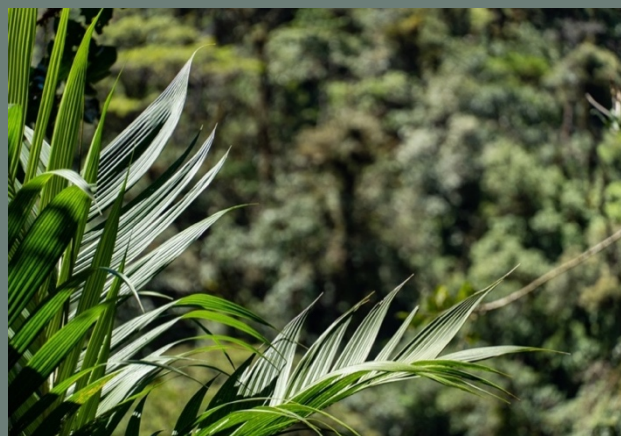
APARTADO 1 - Productos no maderables de Guatemala (Xate):

En Guatemala las hojas de Xate (*Chamaedorea* spp.) forman parte de la administración y manejo de recursos no maderables del bosque. Históricamente, su recolección y venta benefician social y económicamente a las comunidades rurales, especialmente de las comunidades de Uaxactún y Carmelita; ubicadas en la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) Petén.

Económicamente, los beneficios han sido grandes. En el 2017 se alcanzó US\$ 1 millón en ventas, con la comercialización principalmente del Xate (además de semillas de ramón, pimienta y chicle. Además de los beneficios económicos, el Xate genera oportunidades sociales, genera oportunidades para las mujeres. Actualmente, las mujeres en la RBM son las encargadas del control de calidad del Xate, esto les permite generar más ingresos.

Usos del Xate en el sector hortícola:

- Floricultura.
- Semillas para producción de plantas en macetas o viveros.
- Decoración ornamental. (USAID y Rainforest Alliance, 2018)



Planta de Xate

El aguacate se ha convertido en uno de los cultivos con mayor demanda en el mundo y su centro de origen son los bosques montanos de Mesoamérica. Es necesario preservar la diversidad biológica tanto por su valor inherente, como por su potencial de proveer futuros productos para el ser humano. Los bosques también aportan a la economía del país al ser sitios con alto potencial turístico. En

el año 2019, Guatemala reportó el ingreso de 2,559,599 turistas al territorio nacional, representando una de las actividades económicas más importantes.

Otro factor a considerar es el aporte económico por reducción de pérdidas asociadas a desastres naturales. Se estima que en el 2019 la irregularidad de las lluvias causó pérdidas entre 600 y 800 millones de quetzales para la agricultura del país (Morales, 2019). A esto es necesario sumarle el daño a la infraestructura y propiedad privada causada por derrumbes e inundaciones. Aunque Guatemala es un país con cantidades suficientes de agua superficial, muchas personas tienen poco acceso a ella. Sumado a esto, el cambio climático presenta un riesgo adicional al reducir la disponibilidad y calidad del recurso hídrico (Basterrechea y Guerra Noriega, 2019). Los bosques son un elemento clave para el manejo adecuado del agua; al retenerla, aumentar su disponibilidad y mitigar los efectos del cambio climático. Por estas razones, los ecosistemas forestales proveen servicios y productos que benefician de forma directa o indirecta al ser humano.



El mangle contribuye a la reducción de desastres naturales.

11,350
MÁS DE 11,350
ESPECIES
VEGETALES
REPORTADAS EN
GUATEMALA



22
ETNÍAS DE
ORIGEN MAYA
RECONOCIDAS
OFICIALMENTE



60-80%
DE LAS
POBLACIONES
EN PAÍSES EN
DESARROLLO
DEPENDEN DE
PLANTAS
MEDICINALES



15 M
MÁS DE 15 M DE
HABITANTES
DEBEN SER
CUBIERTOS POR
LOS SERVICIOS
NACIONALES DE
SALUD



Una gran parte de la población guatemalteca depende de los usos etnobotánicos que los bosques brindan, como alimento, medicina y suplementos de uso diario. Los usos tradicionales de la biodiversidad vegetal cobran mayor importancia debido a aspectos culturales y biológicos. Guatemala es considerado un país megadiverso, con más de 11,350 especies vegetales reportadas. De ellas, una gran cantidad son endémicas, estableciendo a la región como un “hotspot” de endemismos (Cano y Schuster, 2012; CONAP, 2014; Véliz, 2013). Existe una relación directa entre los recursos naturales y grupos étnicos, lo que permite la formación de relaciones únicas de conocimientos y prácticas tradicionales (De Santayana y Gómez, 2003; Véliz, 2013). En Guatemala, se reconocen oficialmente 22 etnias de origen maya, lo que nos ilustra la complejidad de la relación entre cultura y recursos forestales (Ayantunde et al., 2008; PNUD, 2005). En los países en vías de desarrollo, la dependencia de plantas se encuentra muy arraigada a factores socioeconómicos. Por ejemplo, un 60 a 80% de las poblaciones de dichos países dependen de las plantas medicinales para el abastecimiento de su sistema de salud (Toledo, 2009). En Guatemala, el uso tradicional de estas surge de la necesidad de un primer tratamiento disponible para las personas. Esto considerando que el sistema de salud actual no alcanza a cubrir a casi 15,000,000 millones de habitantes. (MSPAS et al., 2016; Becerril-Montekio y López-Dávila, 2011; ACCESA, 2015; INE, 2019).

Estos factores exponen la importancia de los recursos vegetales y su utilidad no solo se centra en usos medicinales. En Guatemala esto es ejemplificado adecuadamente por el proceso de construcción de ranchos tradicionales (ver apartado 2) y otros productos adquiridos de los ecosistemas forestales como leña, carbón, tintes, fibras, entre otros. Siendo tan complejo los servicios brindados, es vital preservar las especies presentes en estos ecosistemas y mantener a las poblaciones vegetales y animales sanas para que el flujo de suministro continúe.

Sin duda alguna, los bosques son un elemento clave para el desarrollo de Guatemala. Sin embargo, el país cuenta con una gran extensión de áreas deforestadas y degradadas. Esto provee una oportunidad para diseñar e implementar programas de restauración que aporten a mejorar la salud de nuestros ecosistemas y el bienestar de las personas, creando oportunidades económicas.

APARTADO 2 - Elaboración de ranchos tradicionales:

Para la construcción de ranchos tradicionales se utilizan especies distintas de plantas en cada etapa, dependiendo de sus características estructurales:

- Maderas duras y duraderas como postes.
- Especies de crecimiento recto, rígidas y livianas como vigas.
- Cañas y arbustos como correas longitudinales.
- Palmas como recubrimiento del techo.
- Cortezas y vainas como lazo para amarrar la estructura.

(Comunicación personal por pobladores de San Cristóbal Verapaz, 2019)



Ejemplo de un rancho tradicional en San Cristóbal Verapaz, Guatemala.



CAPÍTULO 2:

PRINCIPIOS DE RESTAURACIÓN FORESTAL

350 M
EL DESAFÍO DE
BONN BUSCA
REFORESTAR 350
MILLONES DE
HECTÁREAS PARA
EL 2030



3
PRINCIPIOS BASE
COMPONEN A
LA INTEGRIDAD
ECOLÓGICA



2
ENFOQUES
PUEDE TOMAR LA
METODOLOGÍA
DE
RESTAURACIÓN
FORESTAL:
PASIVA Y ACTIVA



**5,898.56 y
7,391.11**
HECTÁREAS EN
PLANTACIONES
FORESTALES
HAN SIDO
INCENTIVADAS
POR PINPEP Y
PROBOSQUE

2.1 Contexto

La restauración forestal es una corriente de la ecología que busca la recuperación de los servicios ecosistémicos de un ambiente degradado. Esta actividad cobró popularidad en el período entre 1990 y 2005 produciendo una reducción en la tasa de deforestación a nivel mundial y el aumento de la cobertura forestal en 18 países (Chazdon, 2008). En el 2011 con el surgimiento del desafío de Bonn, que buscaba restaurar 150 millones de hectáreas, la restauración forestal se volvió un movimiento mundial, alcanzando la meta en el 2014. Como resultado de esto, se determinó una nueva meta de 350 millones de hectáreas para el 2030; de las cuales, Guatemala se comprometió a restaurar de 1.2 millones de hectáreas dentro de su territorio (Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala, 2018).

Se cuenta con una gran variedad de definiciones para la restauración forestal como: IUCN & WRI, 2014; Maginnis & Jackson, 2002; Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala, 2018; OIMT & IUCN, 2005. Sin embargo, todas reconocen los siguientes dos objetivos: recuperación de funcionalidad de ecosistemas degradados y mejorar el bienestar humano. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) define la restauración forestal como: "El proceso a largo plazo de restituir la funcionalidad ecológica y mejorar el bienestar humano en los paisajes forestales degradados". De modo que la toma de decisiones en torno a la restauración debe tomar en cuenta tanto el impacto ecológico como el social.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) hace una distinción entre rehabilitación y restauración forestal. La rehabilitación tiene el propósito de devolver la capacidad de proveer productos y servicios en un ecosistema. Mientras que, la restauración busca regresar un ecosistema degradado a su estado original o lo más cercano posible; reestableciendo su estructura, productividad y diversidad de especies (FAO, 2017).

2.2 Principios y directrices para la restauración forestal

Para que una restauración forestal sea funcional es necesario adoptar una visión multidisciplinaria basada en la biología de la conservación y restauración ecológica. Además es necesario contar con áreas protegidas intactas que sirvan como referencia y fuente de germoplasma (DellaSala *et al.*, 2003). Según DellaSala *et al.*, la integridad ecológica depende de tres principios base (ver Figura 2). El Principio de restauración ecológica forestal busca tomar acciones que restauren procesos naturales y la resiliencia. El segundo, principio de economía ecológica, se refiere al desarrollo de incentivos económicos que contribuyan con la restauración y protección de la integridad ecológica. Por último, el principio de comunidades y fuerza de trabajo busca asegurar la viabilidad a largo plazo de las acciones, al involucrar o educar personas bien compensadas para realizar los trabajos de conservación y restauración.



FIGURA 2. Relación entre la integridad ecológica y los tres principios base de restauración forestal (DellaSala *et al.*, 2003).

Según la FAO (2017), para que una iniciativa de restauración forestal sea ecológica, social y económicamente exitosa debe seguir las siguientes 10 directrices:

1. Seleccionar un sitio o paisaje adecuado, identificando el estado del uso de la tierra, la tenencia o propietarios y las demás partes interesadas.
2. Analizar y evaluar las causas de deforestación y degradación del bosque.
3. Involucrar a las distintas partes interesadas, definiendo objetivos a largo plazo que tomen en cuenta los intereses de todos los involucrados.
4. Desarrollar un plan de manejo para la restauración que incluya:

- Preparación de mapas topográficos del uso de la tierra, incluyendo:
 - Identificación de las funciones del bosque.
 - Evaluación de la accesibilidad y presencia de caminos.
 - Presencia de regeneración natural y necesidades para la siembra.
- Objetivos de la restauración.
- Métodos.
- Selección de especies a sembrar en cada sitio.
- Establecimiento de un vivero para la producción de plantas.
- Evaluación de los posibles impactos sociales y ambientales.



Ejemplo de semilleros de especies forestales.

5. Colectar semillas, producir plántulas en vivero y prepararlas para la siembra.
6. Siembra de árboles.
7. Entrenamiento y capacitación.
8. Establecer cronograma de actividades realista y planificar los requisitos financieros.
9. Monitorear y realizar mantenimiento en las áreas restauradas.
10. Considerar los posibles efectos del cambio climático.

2.3 Restauración pasiva y activa

La metodología de restauración forestal puede tomar tanto un enfoque pasivo o activo, dependiendo de las condiciones del sitio. Una restauración pasiva se refiere a aplicar medidas de protección para permitir la regeneración natural. Un ejemplo de esto es evitar el pastoreo en un área para dar lugar a que se desarrollen las plántulas que nazcan en el sitio. En varios estudios donde se detuvo el uso de la tierra y no hubo intervención humana adicional, se ha encontrado una alta recuperación de las funciones ecosistémicas. Esto sugiere que la restauración pasiva puede ser una opción viable y menos costosa en los sitios que cumplan con las condiciones necesarias (Chazdon y Guariguata 2016). Algunas de las limitaciones que pueden disminuir la efectividad de una restauración pasiva son:

- Ausencia de árboles semilleros en los alrededores.
- Ausencia de dispersores y polinizadores en el área.
- Presencia de hierbas y malezas que impidan el establecimiento de plántulas.
- Disposición del suelo para producir plántulas en el momento que caigan las semillas.

(FAO, 2017; Holl et al 2001)



La siembra de árboles (restauración activa) puede ser una estrategia efectiva para apresurar la recuperación de ecosistemas. Estos proveen sombra que dificulta el crecimiento de los pastos y propician procesos de dispersión (Aerts & Honnay, 2011; Holl, Loik, Lin, & Samuels, 2000). Sin embargo, existen una gran cantidad de variables que afectan el resultado de una restauración activa, entre ellos:

- Selección y proporción de especies a utilizar.
- Estado de sucesión ecológica en el sitio a restaurar.
- Variables topográficas.
- Requerimientos fisicoquímicos de las especies a sembrar.
- Estado del suelo.
- Disponibilidad de germoplasma.

Al analizar los resultados de 166 estudios sobre restauración, Meli *et al.* (2017) encontraron un alto grado de variabilidad en los efectos de las intervenciones activas. Mientras que algunos estudios mostraron efectos positivos, otros mostraron efectos neutros o negativos. En el mismo estudio, los autores destacan la necesidad de adaptar las estrategias de restauración a las necesidades y objetivos de cada caso particular.

Dependiendo de las condiciones, también es posible combinar ambas estrategias y así obtener sus beneficios. Un ejemplo de esto es realizar una siembra de árboles a una baja densidad para permitir regeneración entre ellos. Otro ejemplo puede ser la utilización de especies de rápido crecimiento que atraigan dispersores para aumentar el flujo de semillas que caen en el sitio.

2.4 Oportunidades y diseño de estrategias de restauración

A parte del beneficio ecológico, el diseño de estrategias y metodologías para la restauración forestal puede brindar oportunidades para generar empleos y desarrollo económico; así como aumentar la disponibilidad de los recursos que las comunidades obtienen del bosque. De modo que uno de los aspectos más importantes para la planificación de una restauración forestal es la elección de especies de árboles a utilizar. La recuperación de múltiples funciones estables requiere de la utilización de múltiples especies nativas. Es necesario evaluar la estructura forestal del ecosistema a restaurar y enfocarse en la diversidad funcional sobre la diversidad taxonómica (Aerts & Honnay, 2011). En la metodología de la siembra de árboles se pueden incluir especies de valor comercial, como maderables o frutales, en combinación de otras especies con valor ecológico. Las plantaciones forestales también pueden ser realizadas de modo que formen parte de sistemas agroforestales.

Otro aspecto importante es la innovación en la cadena de valor de productos y servicios brindados por el bosque, con el fin de aumentar la rentabilidad de las iniciativas de restauración. Algunos sistemas financieros y de mercadeo implementados a nivel mundial son:

- Esquemas de siembra por contrato y subcontratación.
- Certificación de producción sostenible a productos forestales y frutales.
- Pago por servicios ambientales
 - Mecanismos de recompensa para sistemas sostenibles.
 - Pago por secuestro de carbono.
 - Pago para protección de cuencas y fuentes de recarga hídrica.

En Guatemala, se cuenta con el programa de incentivos forestales administrados por el Instituto Nacional de Bosques -INAB-. Correspondientes a la Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala - Probosque - (Decreto 2-2015) y el Programa de incentivos para pequeños poseedores de tierras de vocación forestal o agroforestal -Pinpep-

(Decreto 51-2010). Estos tienen como propósito el establecimiento, y manejo de tierras con vocación forestal, así como el aumento de la cobertura forestal del país (INAB 2019). Actualmente Pinpep contribuye a incentivar un total de 5,898.56 *ha* en plantaciones forestales y 12,048.25 *ha* en sistemas agroforestales para un sumatoria de 17,946.81 *ha* entre el año 2017 y 2019 (ver figura 3) en diversas regiones del territorio nacional (Custodio, 2019).

Por otro lado, Probosque ha incentivado 7,391.11 *ha* en plantaciones forestales y 1,665.04 *ha* en sistemas agroforestales, para un total de 9,056.15 *ha* entre el año 2017 y 2019, de igual forma distribuidas en diversas regiones del territorio nacional (ver figura 3). Además de favorecer a la conservación de los bosques, los incentivos forestales, favorecen el desarrollo comunitario lo que permite en diversos casos impulsar a la soberanía alimentaria. Para ambos incentivos se suman año con año nuevos proyectos que contribuyen a la conservación de la cobertura forestal del país (INAB 2019; Custodio, 2019).

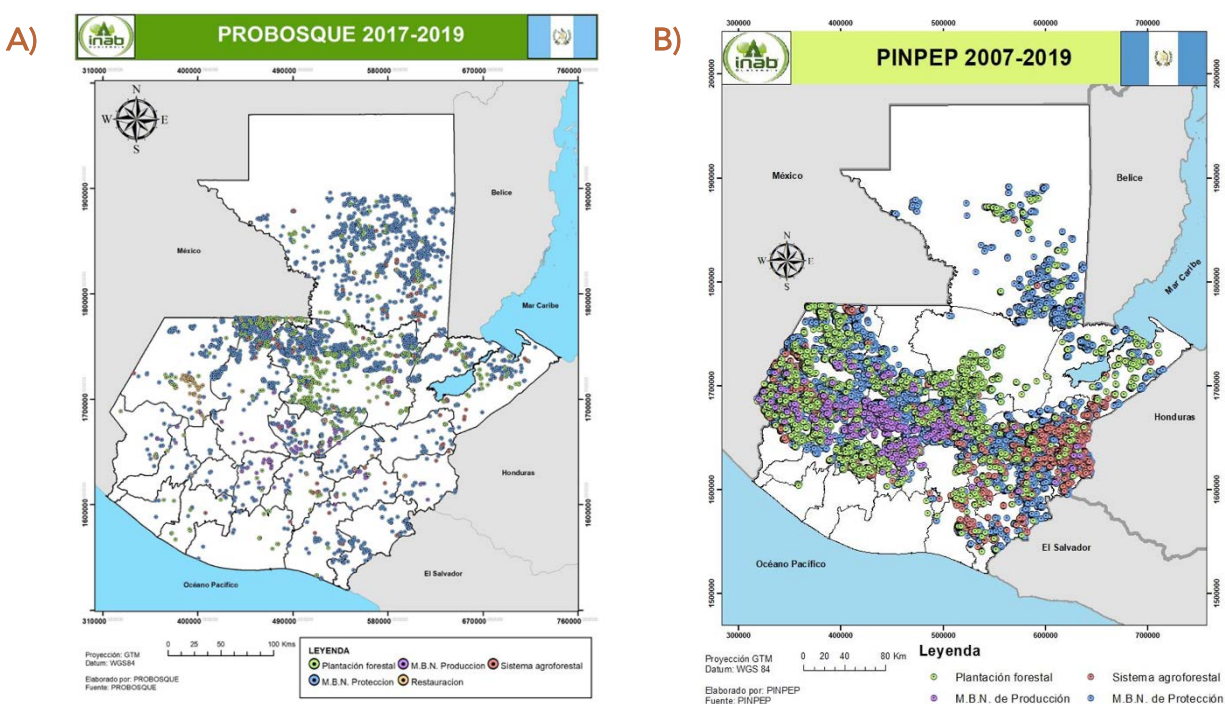


FIGURA 3. Distribución de proyectos incentivados a través de **A)** Pinpep entre el año 2007 y 2019 y **B)** Probosque entre el año 2017-2019 Fuente: Boletín estadístico 1998-2019, Departamento de Incentivos Forestales, INAB.



CAPÍTULO 3:

MÉTODO DE SELECCIÓN DE ESPECIES RELEVANTES PARA RESTAURACIÓN DE UN ECOSISTEMA

Para realizar esfuerzos de restauración es necesario tener claro qué ecosistema es el que se desea restaurar e identificar un área poco perturbada para utilizar de referencia. Se deben seguir los pasos indicados en la siguiente figura, y de ser posible en este mismo orden. Cada paso se describe de forma detallada en las siguientes secciones.



FIGURA 4. Metodología para la selección de especies relevantes para la restauración de un ecosistema

3.1 Identificación taxonómica

Para poder realizar el análisis de importancia ecológica y cultural, primero se debe obtener un listado general de las especies presentes en el área.

Procedimiento

1. Revisar la literatura disponible para encontrar listados de especies o censos sobre las especies forestales del área e identificar sitios cercanos que puedan compartir especies.
2. Realizar caminatas dentro del ecosistema de referencia y el área a restaurar con la ayuda de guías y pobladores; con el fin de identificar las especies presentes y vincularlas a sus nombres locales.
3. Colectar y prensar muestras de hojas, frutos y flores de las especies que no se logren identificar en campo con certeza. Los frutos que sean muy grandes para prensarlos se deberán guardar en bolas de papel para secarlos. Todo material colectado debe ir correctamente identificado (ver apartado 3).
4. Para la identificación taxonómica de las especies forestales se deberá utilizar guías disponibles como *Trees of Guatemala* (Parker, 2008) o *Flora de Guatemala* (Standley & Steyermark, 1946). Revisando publicaciones más recientes sobre cada grupo y consultando en herbarios registrados (UVAL, BIGU, USCG etc.).
5. Verificar toda identificación e incluir las actualizaciones taxonómicas más recientes para el grupo. Para esto, se puede utilizar bases de datos como Trópicos.org o World Flora Online.

APARTADO 3 – Equipo necesario para la identificación taxonómica:

- GPS portátil
- Mapas del sitio
- Tijeras podadoras (para flores y hojas)
- Tijeras podadoras para ramas (guacamaya)
- Bolsas de colecta
- Hoja de apuntes

Es recomendable llevar equipo de escalada de árboles para obtener material que no esté accesible desde el suelo. Además es importante no utilizar identificaciones obsoletas, de lo contrario se obtiene una evaluación errónea del estado de conservación, distribución y disponibilidad de germoplasma de una especie; e incluso en la introducción de especies exóticas en el área.



Utilidad de equipo de escalada de árboles.

3.2 Importancia Ecológica

Para evaluar la importancia ecológica de las especies forestales se toma en cuenta los siguientes tres factores: (A) Índices de valor de importancia (IVI), (B) el grado de amenaza y (C) endemismo.

A. Índice de Valor de Importancia (IVI)

Este índice nos proporcionan una representación numérica de la composición de un bosque y el aporte de cada especie en la estructura forestal.

Procedimiento

1. Para sitios menores a 100 ha se realizará un muestreo de por lo menos 1 ha. En sitios con extensiones más grandes se deberá muestrear por lo menos el 1% del área total.
2. Realizar parcelas del mismo tamaño y forma para el muestreo forestal. En ningún caso se combinarán dos o más tamaños de parcela o formas (ver apartado 3). Las parcelas deben estar repartidas aleatoriamente en el sitio. En cada una de las parcelas se tomarán los siguientes datos:
 - Identificación y diámetro a la altura del pecho (DAP) de cada árbol.
 - Coordenadas geográficas del centro de la parcela.
 - Cobertura forestal en cada esquina y en el centro de la parcela.
3. Se debe coleccionar el material disponible (hojas, frutos y flores) y tomar fotos de la corteza de los árboles que no se puedan identificar en campo, para identificarlos posteriormente con las guías.



Colecta de material vegetal para identificación.

4. Calcular la frecuencia relativa de todas las especies encontradas de la siguiente manera:
 - Primero, calcular la frecuencia de cada especie utilizando la fórmula de frecuencia (ver apartado 3).
 - Posteriormente, calcular la frecuencia relativa utilizando la fórmula de frecuencia relativa (ver apartado 3).
5. Calcular la dominancia relativa de cada especie de la siguiente manera:
 - Primero se debe calcular el área basal de cada especie. Para esto, se debe sumar el DAP de todos los individuos encontrados de cada especie.
 - Después, se calcula la dominancia relativa utilizando la fórmula de dominancia relativa (ver apartado 3).
6. Calcular la densidad relativa por especie utilizando la fórmula de densidad relativa (ver apartado 3).
7. Por último se calcula el IVI de cada especie de la siguiente manera:

$$\text{IVI} = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

Tomar en cuenta que al aumentar el número de parcelas y disminuir las dimensiones, se obtiene una muestra más representativa del ecosistema, pero aumenta la dificultad del muestreo.

APARTADO 3 – Equipo y fórmulas necesarias estimar Índices de Valor de Importancia

EQUIPO NECESARIO:

- GPS portátil
- Mapas del sitio
- Brújula
- Cinta diamétrica
- Cinta métrica
- Densiómetro
- Equipo para colecta de material

FÓRMULA FRECUENCIA

$$F_s = \frac{N_{qs}}{N_q} \times 100$$

Donde F_s es la frecuencia de una especie, N_{qs} es el número de parcelas donde se encuentra la especie y N_q representa el número total de parcelas.

FÓRMULA FRECUENCIA RELATIVA

$$F.\text{relativa} = \frac{F_s}{\sum F_s} \times 100$$

Donde F_s es la frecuencia de una especie.

FÓRMULA DOMINANCIA RELATIVA

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\sum AB_s}{\sum AB} \times 100$$

En donde $\sum AB_s$ representa el área basal total de una especie y $\sum AB$ el área basal total de todas las especies.

FÓRMULA DENSIDAD RELATIVA

$$\text{Densidad relativa} = \frac{N_s}{N} \times 100$$

Donde N_s es el número de individuos encontrados de una especie y N es el número de individuos de todas las especies.



¿Cuál es el aporte de cada especie a la estructura forestal?

B. Grado de amenaza

El grado de amenaza nos indica qué tan amenazada se encuentra una especie. El grado de amenaza puede ser evaluado en taxones a nivel mundial o regional.

Procedimiento

1. Una vez identificadas las especies presentes en el área, se realiza una revisión bibliográfica sobre el estado de conservación y endemismo de dichas especies.
2. Para esto se debe utilizar la Lista de Especies Amenazadas de Guatemala (LEA) (CONAP, 2009) y la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN. Para la última, se debe revisar tanto el listado mundial como las listas rojas de árboles específicas para la región.



Especies únicas en Guatemala pueden estar sujetas a amenazas.

C. Endemismo

El endemismo nos indica la distribución de un taxón y su limitación bajo un contexto geográfico reducido.

Procedimiento

1. Para determinar el endemismo de las especies para Guatemala, se debe revisar las guías mencionadas anteriormente y literatura reciente sobre cada especie; así como los registros en la base de datos de GBIFF.org.

3.3 Importancia cultural

Para evaluar la importancia cultural se utilizará el Índice de Valor de Uso (IVU). Este nos permite asignar valores numéricos para comparar la importancia entre cada especie y evitar el sesgo por parte del investigador.

Procedimiento

1. Determinar quiénes serán los informantes clave para las entrevistas. Se deberá incluir a cualquier persona, sin importar el sexo, que interactúe con el bosque en el área donde se realizará la restauración. Incluir, en la medida de lo posible, personas de distintas profesiones (carpinteros, cocineros, curanderos, guarda bosques, etc.).
2. Para participar en la entrevista, cada informante deberá firmar un consentimiento informado donde autorice utilizar la información brindada para el estudio.
3. Utilizar la siguiente guía para realizar las entrevistas semiestructuradas:
 - ¿Qué árboles conoce del área? (realizar listado)
 - ¿Qué usos tiene este árbol? (por cada árbol del listado)
 - ¿Con qué frecuencia utiliza a este árbol? (por cada árbol del listado)
 - ¿En dónde y de qué forma lo obtiene? (por cada árbol del listado)

4. Utilizando la información brindada en las entrevistas se calcula el Índice de Valor de Uso (IVU) por cada especie de la siguiente forma (ver apartado 4):
 1. Se calcula el Índice de Valor de Uso (IVU) específico de cada especie por cada informante utilizando la fórmula de valor de uso.
 2. Se calcula el Índice de Valor de Uso (IVU) total de cada especie usando la fórmula de valor de uso total.
 3. Adicionalmente, se deberá documentar el número total y tipos de usos, estos pueden representar información relevante para la evaluación y estudios posteriores.

APARTADO 4 – Fórmulas para la determinación del Índice de Valor de Uso (IVU).

FÓRMULA VALOR DE USO:

$$IVU_{is} = \frac{\sum U_{is}}{n_{is}}$$

En donde U_{is} representa el número de usos mencionados por el informante (i) en cada evento, n_{is} es el número de eventos con el informante (i).

FÓRMULA VALOR DE USO TOTAL

$$IVU_s = \frac{\sum UV_{is}}{n_s}$$

En donde n_s representa el número total de informantes para la especie (s).



Palo Sangre
(*Acalypha leptopoda*)

3.4 Selección de especies relevantes para restauración

Utilizando la información obtenida de los muestreos sobre importancia ecológica (índices de valor de importancia (IVI), grado de amenaza y endemismo) y cultural (índice de valor de uso (IVU)) se realiza un cuadro de integración de datos (a criterio personal). Este será utilizado para proponer dos métodos de selección que pueden o no ser complementarios, lo cual dependerá de la disponibilidad de expertos.

A. Selección con base en criterios cumplidos

Para este método, se evalúa si cada especie cumple con los siguientes 5 criterios:

1. Índice de Valor de Importancia (IVI): Debe estar entre las 15 especies con IVI más alto.
2. Categoría de amenaza: Debe estar incluida en alguna categoría de amenaza; (IUCN: VU, EN o CR; LEA: categoría 1 y 2; CITES I o II).
3. Ser una especie endémica para Guatemala.
4. Índice de Valor de Uso (IVU): Debe estar entre las 15 especies con IVU más alto.
5. Tener más de 3 usos reportados en el área de estudio.

B. Grupo focal de especialistas

1. Se deberá realizar un resumen de la investigación, incluyendo el cuadro de integración de resultados para enviarlo a especialistas de instituciones relevantes, con el fin de contextualizar a cada uno de ellos acerca de la investigación en curso. Las instituciones sugeridas son las siguientes:
 - El Instituto Nacional de Bosques (INAB).
 - El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).
 - La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) de la Universidad Rafael Landívar (URL).
 - Universidad San Carlos de Guatemala (USAC).
 - Universidad del Valle de Guatemala (UVG).
2. Al enviar el resumen se solicita que revisen la información y que asignen valores del 1 al 10 a cada especie según su potencial para restauración, siendo 10 la especie más adecuada. Posteriormente, se deberá calcular la media de valoración y la desviación estándar para cada especie.

C. Selección de especies

Se seleccionarán las especies que cumplan con tres o más de los criterios de evaluación; o una valoración promedio mayor a 6.5 por los especialistas.



Magnolia poqomchi una especie recientemente descrita en San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz, Guatemala.



CAPÍTULO 4:

ESTUDIO DE CASO - BOSQUE NUBOSO DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ

4.1 Objetivo

El objetivo de este estudio es determinar especies forestales relevantes para la restauración del bosque nuboso en San Cristóbal Verapaz con base en su importancia cultural y ecológica. Para esto se combinó metodologías de ecología forestal con etnobotánica y se realizó una integración de los datos para seleccionar las especies. El estudio fue complementado con un muestreo de lluvia de semillas durante un año para obtener información sobre la disponibilidad temporal y espacial del germoplasma. Esta investigación contiene información útil para la conservación y restauración del bosque nuboso de San Cristóbal Verapaz. También servirá de base para la creación de un vivero de especies forestales nativas en el sitio y proporciona información importante para estudios posteriores sobre la ecología, etnobotánica, patrones de sucesión y taxonomía de los árboles en el área.

4.2 Descripción del sitio

El estudio se realizó en un bosque nuboso del municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz (ver figura 5). El sitio cuenta con un gradiente altitudinal que va desde 1,480 a 2,200 msnm. Entre las aldeas aledañas incluidas en el estudio se encuentran Mexabaj, El Chiborrón y Pam ak Che. El sitio presenta especies de flora características de la zona de vida: Bosque muy húmedo montano bajo tropical según el IARNA-URL (2018) o Bosque pluvial montano bajo subtropical según De la Cruz (1982).



Parte del bosque nuboso de San Cristóbal Verapaz.

Dentro del área se encuentra la reserva natural privada Finca Pamac II que cuenta con cerca de 500 ha bosque primario, poco perturbado. Esta reserva y sus alrededores son el único parche de bosque nuboso continuo remanente en el área. El resto del ecosistema se encuentra fragmentado en gran medida por plantaciones de pino y áreas deforestadas para agricultura.

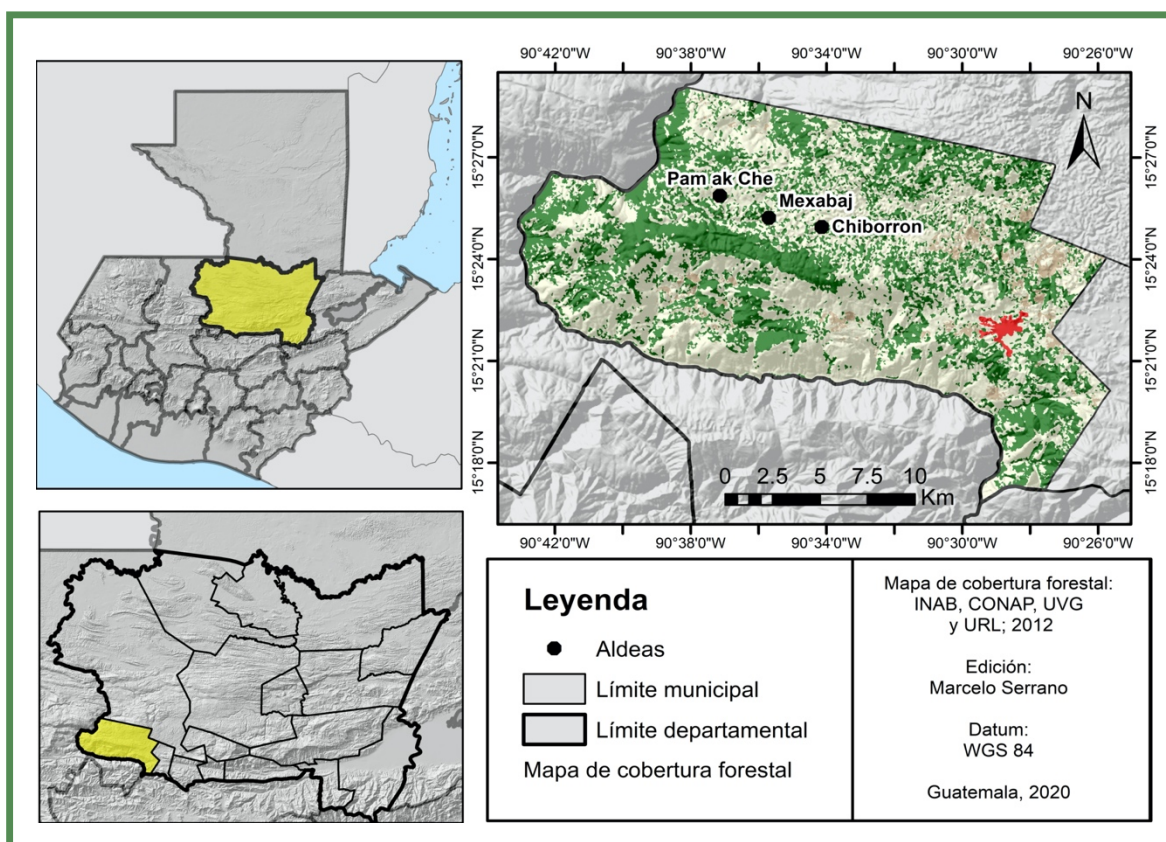


FIGURA 5. Ubicación geográfica y cobertura forestal del sitio de estudio en San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz, Guatemala.

¿Cuál es la importancia de restaurar esta área?

- Cuenta con una topografía quebrada y altos ángulos de inclinación con una alta vulnerabilidad a derrumbes y pérdida del suelo por erosión.
- Representa un área de recarga hídrica importante para el país. La pérdida de cobertura forestal disminuye la capacidad de captar agua, disminuyendo su disponibilidad.

- Es una fuente de material genético importante. El área cuenta con alta diversidad de grupos taxonómicos importantes económicamente como Lauraceae y Sapotaceae; incluyendo variedades locales de Aguacate (*Persea americana* y *P. schideana*) y Zapote (*Pouteria viridis*). También, cuenta con maderas preciosas que, a pesar de estar regulada su extracción, siguen siendo extraídas ilegalmente sin esfuerzos de reproducirlas.
- Se ha reportado la presencia de comunidades de vida silvestre; incluyendo el Quetzal, Puma, Tigrillo, Venado, la Rana de ojos negros, entre otros. Estos animales se ven amenazados por la deforestación, restringiéndolos al parche remanente de bosque.

Además de los factores mencionados anteriormente, la dinámica geográfica de los bosques nubosos los hace un ecosistema importante de restaurar. Al encontrarse en las montañas, aislados unos de otros, se promueven procesos de especiación. Por esta razón, tienden a estar compuestos por distintas especies y tener altos grados de endemismo. Estos ecosistemas ilustran la necesidad de realizar esfuerzos de restauración con especies específicas para cada sitio.



Bosque nuboso de San Cristóbal Verapaz para aplicar la metodología de restauración.

4.3 Métodos

Se siguieron los pasos sugeridos en el capítulo 3, indicados en la siguiente figura (6). Cada paso se describe de forma detallada en las siguientes secciones.



FIGURA 6. Metodología para la selección de especies relevantes para la restauración de un ecosistema.

Identificación de especies forestales

Como base del estudio se utilizó el listado de especies vegetales de la finca y áreas aledañas, que fue realizado y se actualiza regularmente por estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala. Además, se realizó caminatas *ad libitum* para la toma de fotografías y la colecta de flores, frutos y hojas que sirvieron para la identificación de las especies forestales. Los árboles fueron reconocidos en el campo con la ayuda de guías del lugar. Se utilizó el equipo de escalada técnica de árboles para la obtención de material relevante que estuviera fuera de alcance. Todo el material colectado fue herborizado y depositado en el Herbario de la Universidad del Valle de Guatemala (UVAL) donde se identificó utilizando Flora de Guatemala (Standley & Steyermark, 1946) y Trees of Guatemala (Parker, 2008). Los

nombres científicos fueron verificados y actualizados utilizando Tropicos.org y World Flora Online.

Importancia ecológica

A. Determinación del Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie

Para la determinación de los IVI se utilizó un muestreo sistemático al azar dentro del bosque no perturbado de la Finca Pamac Il y un terreno privado colindante en el cual se contaba con permiso para muestrear. Para aleatorizar los sitios de muestreo se creó una cuadrícula sobrepuesta a un mapa del sitio de estudio y se le asignó valores a cada cuadro. Posteriormente se obtuvieron 10 números aleatorios que indicaron los sitios de las parcelas y utilizando un GPS portátil, se intentó llegar lo más cerca posible al punto. Se realizó 10 transectos de 25 x 50 m obteniendo un área total de muestreo de 1.25 ha repartida aleatoriamente en el área accesible del bosque (ver figura 7).

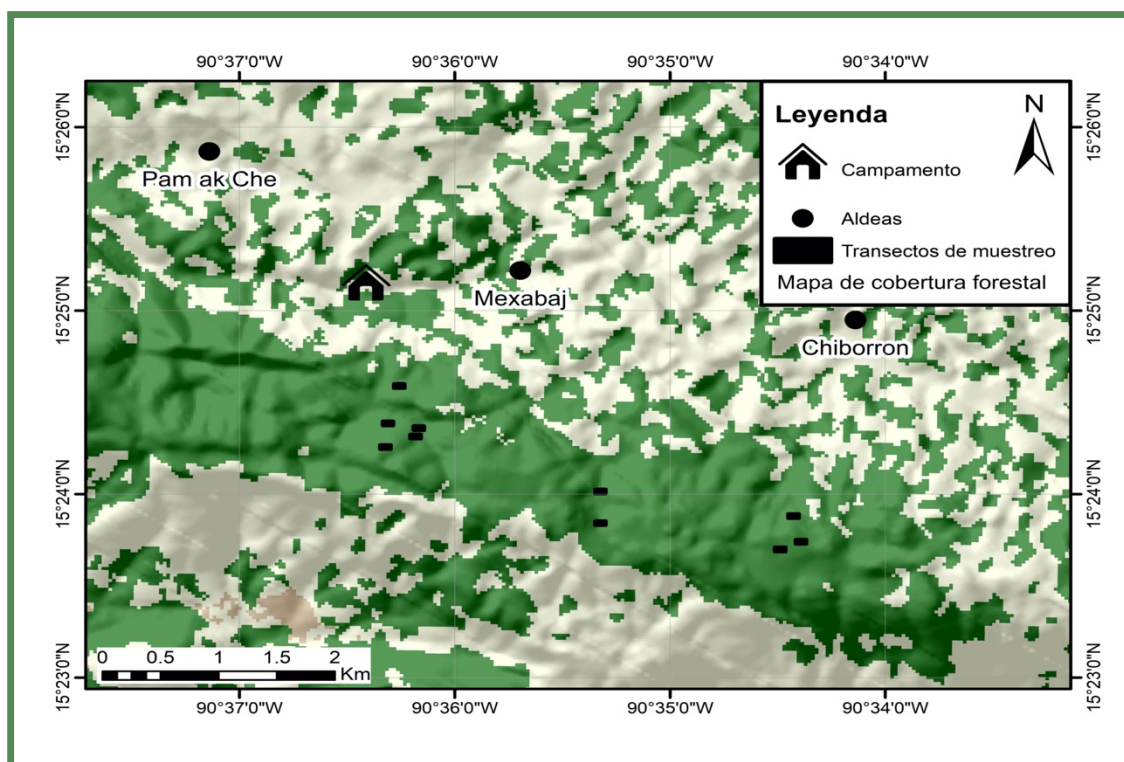


FIGURA 7. Ubicación de los puntos de muestreo dentro del ecosistema de referencia.

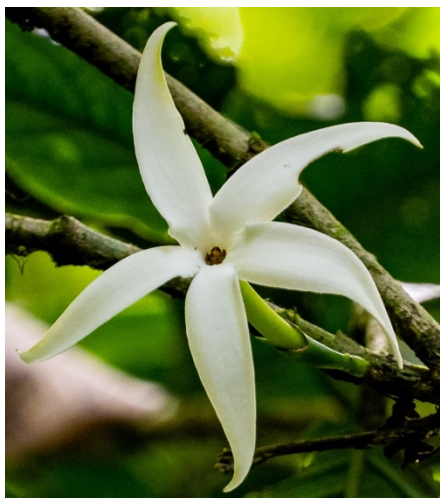
Para cada transecto se tomaron los datos de altitud y puntos geográficos. Posteriormente se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) y se identificó cada árbol con DAP mayor a 10 cm para la determinación los IVI.

B. Grado de amenaza y endemismo

Se utilizó la Lista de Especies Amenazadas de Guatemala (LEA) (CONAP, 2009), la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y las Lista roja de árboles de Guatemala (Vivero, 2006) y la Lista roja de árboles del Bosque nuboso de México (González-Espinosa, 2011), con el fin de determinar el grado de amenaza de las especies forestales analizadas en el estudio. El endemismo para el país fue determinado con las guías antes mencionadas, los registros para cada especie en GBIFF.org y actualizaciones taxonómicas relevantes para cada especie.

Importancia cultural

Se realizaron entrevistas semi-estructuradas a informantes clave para determinar la importancia cultural de cada especie forestal. Previo a cada entrevista se solicitó que los participantes firmaran un consentimiento informado (ver anexo 2). Como informantes clave se consideró a cualquier persona local que utilice productos provenientes de los árboles nativos (Ej. madera, medicina tradicional) o directamente a las especies, en las aldeas Mexabaj, El Chiborrón y Pam ak Che. Las



Especies culturalmente importantes.

entrevistas se realizaron verbalmente con la ayuda de un traductor local y fueron grabadas con la autorización de los sujetos. En algunos casos fue posible verificar la identificación de los árboles con los informantes. Los audios se transcribieron posteriormente y se utilizaron como base para calcular el Índice de Valor de Uso (IVU). Adicionalmente, se documentó el número total y tipos de usos ya que puede representar información relevante para la evaluación y estudios posteriores.

Lluvia de semillas (muestreo complementario)

Para la caracterización de la lluvia de semillas se utilizó las parcelas del muestro forestal. Dentro de cada una de ellas se realizó un cuadrato de 25 x 25 m, en donde se colocaron trampas de semillas en las 4 esquinas para completar un área de muestreo de 6,250 m² (ver figura 9). Cada trampa consistió en un marco de PVC de 0.5 x 0.5 m con una malla en forma de pirámide invertida en la cual se recolectaron las semillas a una altura de 0.5 m (Kollmann y Goetze, 1998; Rodríguez-Santamaría et al, 2006). En total, se utilizaron 40 trampas de semillas que suman un área total de efectiva de 10 m². Las trampas permanecieron en el sitio por un año y fueron vaciadas el último fin de semana de cada mes para su conteo e identificación. El material recolectado fue utilizado para la creación de una colección de frutos y semillas de referencia que estará disponible en el Herbario de la Universidad del Valle de Guatemala (UVAL). Durante las caminatas hacia los sitios de muestreo se registró las especies forestales que se encuentren en distintas etapas fenológicas. Según la lluvia de semillas, se caracterizó el patrón anual de riqueza y abundancia de las especies que contribuyen con esta.

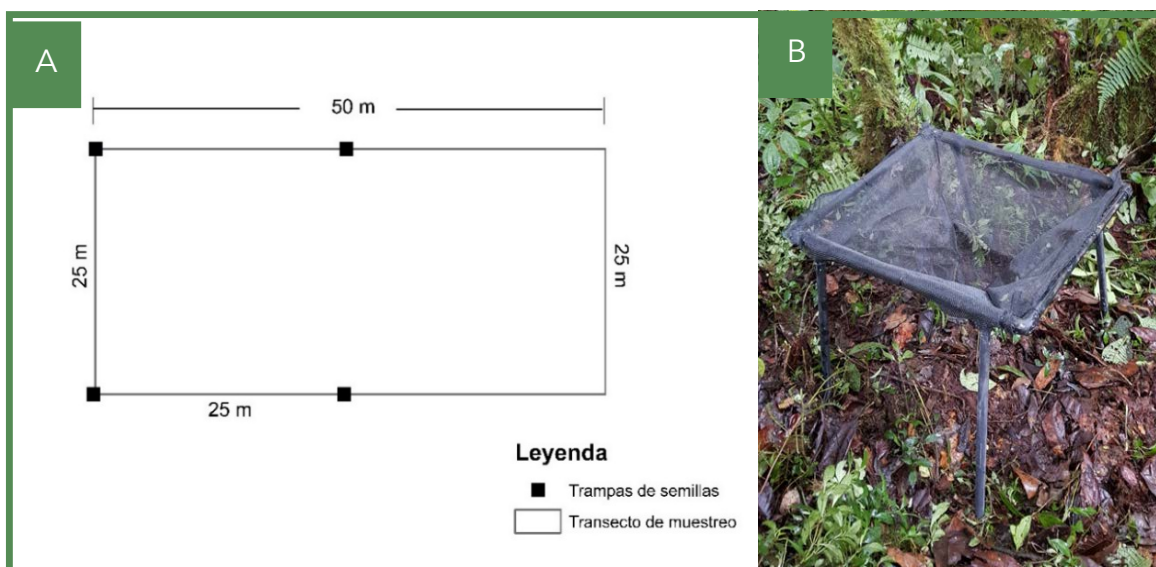


FIGURA 9. Trampas utilizadas para el muestreo de lluvia de semillas. **A.** Diagrama de la ubicación de las trampas en cada transecto. **B.** Trampa de semillas colocada en el sitio.

Determinación de especies relevantes para restauración

A. Selección con base a criterios cumplidos

Se utilizaron 5 criterios para la determinación de especies relevantes:

1. Índice de Valor de Importancia: IVI menor de las 15 especies más importantes como mínimo para que una especie cumpla con el criterio.
2. La especie se encuentra dentro de alguna de las categorías de amenaza: EN, VU, estar incluida en la LEA o CITES.
3. Ser una especie endémica para Guatemala.
4. Índice de Valor de Uso (IVU): el valor menor de las 15 especies más importantes como mínimo.
5. Tener más de 3 usos reportados en el área de estudio.

B. Grupo focal de especialistas

Se realizó un resumen de la investigación¹ junto con un cuadro de integración de resultados y se envió 20 especialistas de instituciones relevantes (INAB, CONAP, UICN, CATIE, Asociación Vivamos Mejor, IARNA URL, USAC y UVG). Se solicitó que revisaran la información enviada y asignaran valores del 1 al 10 a cada especie según su potencial para restauración, siendo 10 la especie más adecuada. Posteriormente, se calculó la media de valoración y la desviación estándar para cada especie.

4.4 Resultados

Identificación de especies forestales

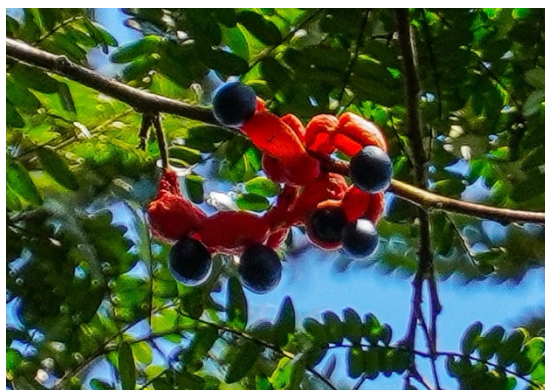
El siguiente cuadro muestra algunas de las especies registradas para la Finca Pamac II y las zonas aledañas e incluye a sus nombres locales en Pocomchi' y español, así como los nombres comunes. Solamente se muestran 18 de las 73 especies del listado general, contactar al autor para obtener el cuadro completo¹.

¹ El resumen es a criterio personal, si desea puede contactar al autor de este manual para obtener un ejemplo del resumen y el listado general de especies: serranomarclo.d@gmail.com

CUADRO 1. Listado actualizado de árboles de la Finca Pamac II y zonas aledañas.

No.	Familia	Especie	Autor	Nombre en Poqomchi'	Nombre local en español	Nombre común (Parker, 2008)
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia kegeliana</i> *	Schltldl.	To' Coq	Carreto	Moquillo
2	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> *	(L.) Decne. & Planch.	Sác che	Palo blanco	Mano de león
3	Bignonaceae	<i>Amphitecna montana</i>	L.O.Williams	Jom che		
4	Chrysobalanaceae	<i>Hirtela triandra</i> *	Sw.	Kaq che	Palo rojo	lcaco de montaña
5	Fagaceae	<i>Quercus lancifolia</i>	Schltldl. & Cham.	Tzunuj	Encino	Chicharro
6	Juglandaceae	<i>Alfaroa guatemalensis</i>	(Standl.) L.O. Williams & Ant. Molina	Chacalté	Cedrillo	Palo colorado
7	Juglandaceae	<i>Oreomunnea mexicana</i> *	(Standl.) J.-F.Leroy	Zu tzul		
8	Lauraceae	<i>Ocotea bernoulliana</i> *	Mez	Oj che	Palo de aguacate	Canoj
9	Lauraceae	<i>Ocotea verapazensis</i> *	Standl. & Steyerm.	Manual		
10	Lauraceae	<i>Persea americana</i> *	Mill.	Oj		Aguacate
11	Leguminosae	<i>Cojoba arborea</i>	(L.) Britton & Rose	Xim	Palo de hormigo	Cola de mico
12	Leguminosae	<i>Dalbergia tucurensis</i> *	Donn.Sm.	Q'eq che	Palo negro	Granadillo
13	Leguminosae	<i>Inga vera</i>	Willd.	Sal		Paterna
14	Magnoliaceae	<i>Magnolia poqomchi.</i> *		Cój	Magnolia	
15	Myrsinaceae	<i>Parathesis leptopa</i>	Lundell	Tuhir		Palo de uva
16	Rosaceae	<i>Prunus lundelliana</i> *	Standl.	Yoch	Santa María	
17	Sapotaceae	<i>Pouteria viridis</i> *	(Pittier) Cronquist	Rex tulul (guaj ke tum)		Zapote, ingerto, raxtul
18	Winteraceae	<i>Drimys granadensis</i> *	L.f.	lik che	Palo de chile	

* Especies agregadas como resultado de esta investigación.



Cojoba arborea



Ocotea verapazensis



Clusia lundellii



Alfaroa guatemalensis

Ejemplos de especies arbóreas
en el área de estudio.

Se cuenta con un listado general de 73 especies de árboles para la Finca Pamac II y las zonas aledañas, de las cuales 33 son registros nuevos de este estudio. Este incluye especies encontradas en el bosque no perturbado, bosques de sucesión secundaria y plantaciones. Los nombres en Poqomchi' se obtuvieron de 4 guías locales que trabajan para la Finca Pamac II y luego verificados (de ser posible) durante las entrevistas. Por nombre local en español se refiere a la traducción literal del nombre en Poqomchi' u otro nombre que utilizan en el área para esa especie. En dos casos (*Pouteria viridis* y *Persea schiedeana*), muestras recolectadas en campo e identificadas por los guías con distintos nombres, resultaron ser la misma especie. Durante las entrevistas uno de los informantes mencionó que tienen varios nombres para identificar algunos árboles. De igual manera, hay casos en los que utilizan un solo nombre para identificar a un grupo de especies (Ej. *Quercus* spp.). Para algunas especies se mencionó que existen variedades dependiendo del color de la madera. Un ejemplo de esto es *Alfaroa guatemalensis*, del cual reconocen una variedad roja y una blanca.

Importancia ecológica

A. Determinación del Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie

La siguiente gráfica muestra las 15 especies ecológicamente más importantes en la estructura del bosque poco perturbado en el sitio de estudio.

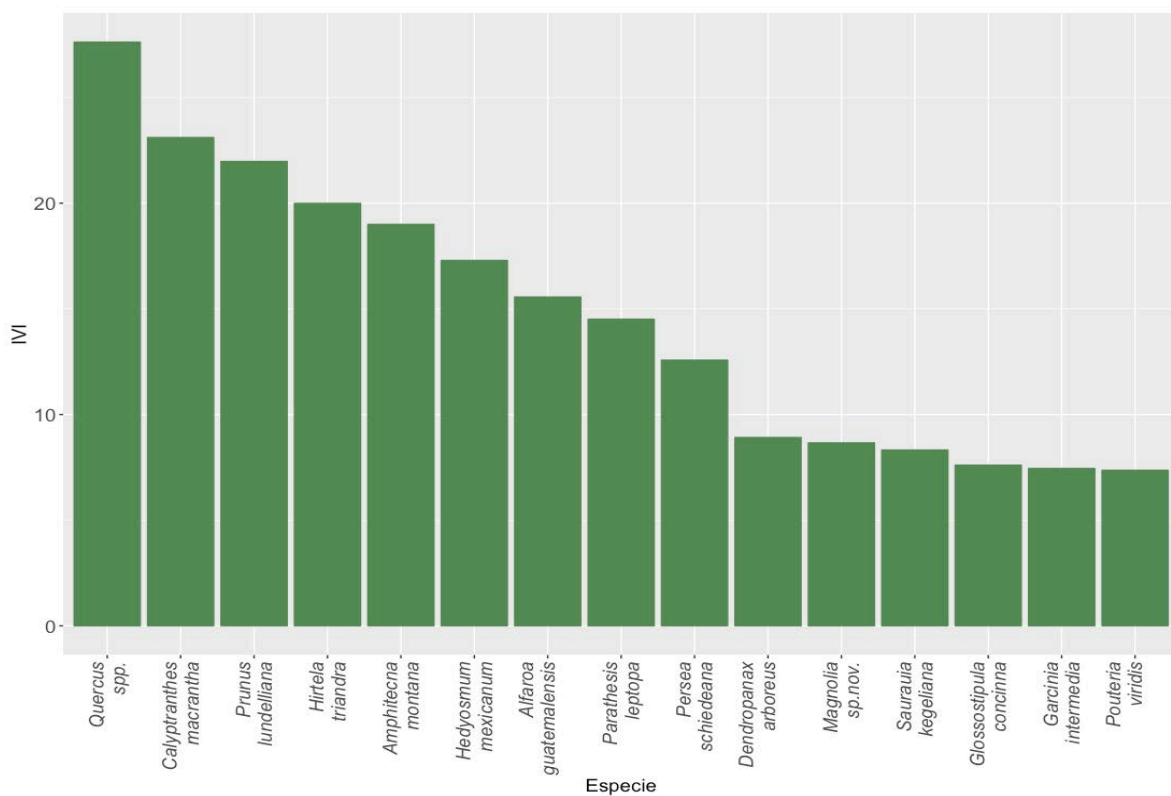


FIGURA 10. Índices de valor de importancia de las 15 especies más relevantes en la estructura del ecosistema de referencia dentro de la Finca Pamac II.

En conjunto, estas 15 especies representan el 73 % de la composición total del bosque. En total se encontraron 41 especies forestales dentro de los transectos, siendo los encinos (*Quercus spp.*) el componente más importante con un IVI de 27.62. Se realizó una curva de acumulación de especies para determinar si el esfuerzo de muestreo fue adecuado. El comportamiento asintótico de esta sugiere

que el muestreo fue suficiente. El estimador de riqueza Bootstrap (modelo que se ajusta mejor a los datos) predice una riqueza total de 45 especies.

B. Grado de amenaza y endemismo

La siguiente gráfica muestra el número de especies encontradas por cada categoría de amenaza según la lista roja de especies amenazadas de la IUCN, la lista roja de árboles de Guatemala, la lista roja de árboles del bosque nuboso de México, la LEA y

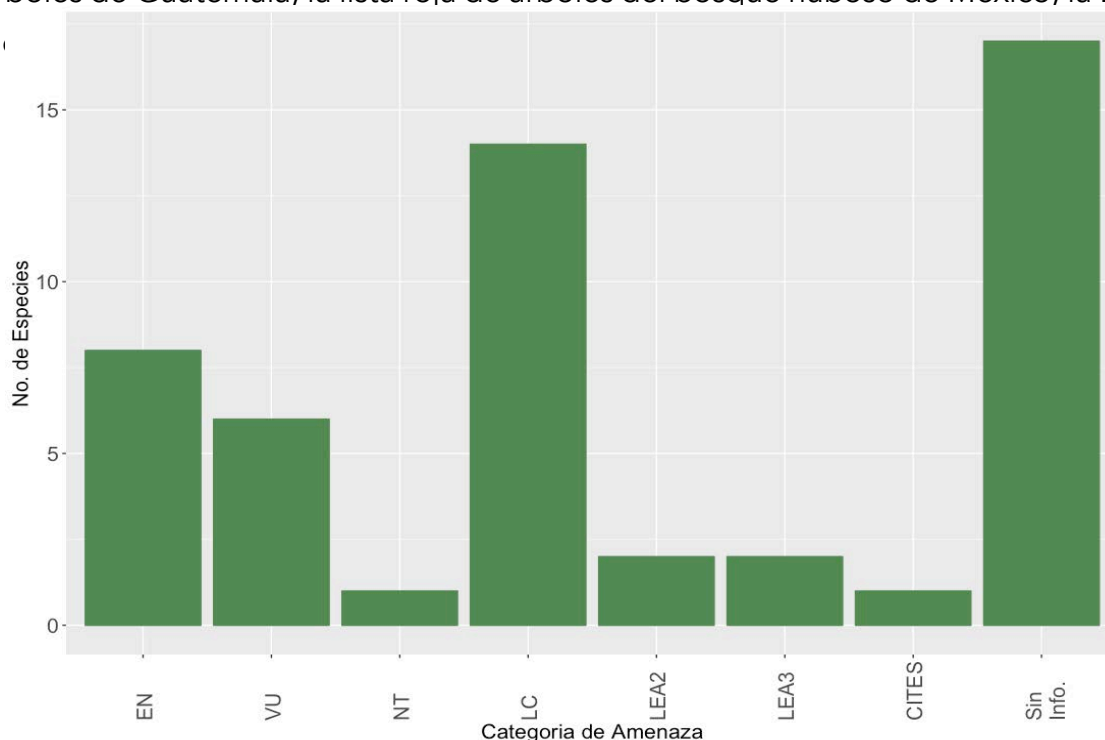


FIGURA 11. Número de especies encontradas por cada categoría de amenaza. Criterios IUCN: EN = Amenazada, VU = Vulnerable, NT = Casi amenazada, LC = Preocupación menor. LEA1: Peligro de extinción, LEA2: Distribución restringida, LEA3: Puede estar amenazada en el futuro.

Algunas de las especies se encontraban evaluadas en más de una de las listas rojas (ver cuadro 4). En estos casos, se tomó en cuenta la evaluación más reciente para realizar la gráfica anterior. Se encontró que existen 28 especies evaluadas en alguna de las tres listas rojas de especies amenazadas, de las cuales solo 4 se encuentran

evaluadas para Guatemala y 14 se encuentran en alguna categoría de amenaza (EN y VU). Solamente 4 de las especies encontradas durante el estudio se incluyen dentro de la LEA. Una especie (*Dalbergia tucurensis*) se encuentra en la categoría II de CITES debido a la inclusión del género completo. Se encontró 17 especies no evaluadas en ninguna de las fuentes utilizadas para determinar su grado de amenaza.

Importancia cultural

La siguiente gráfica muestra las 15 especies con mayor Índice de Valor de Uso en las aldeas del sitio de estudio.

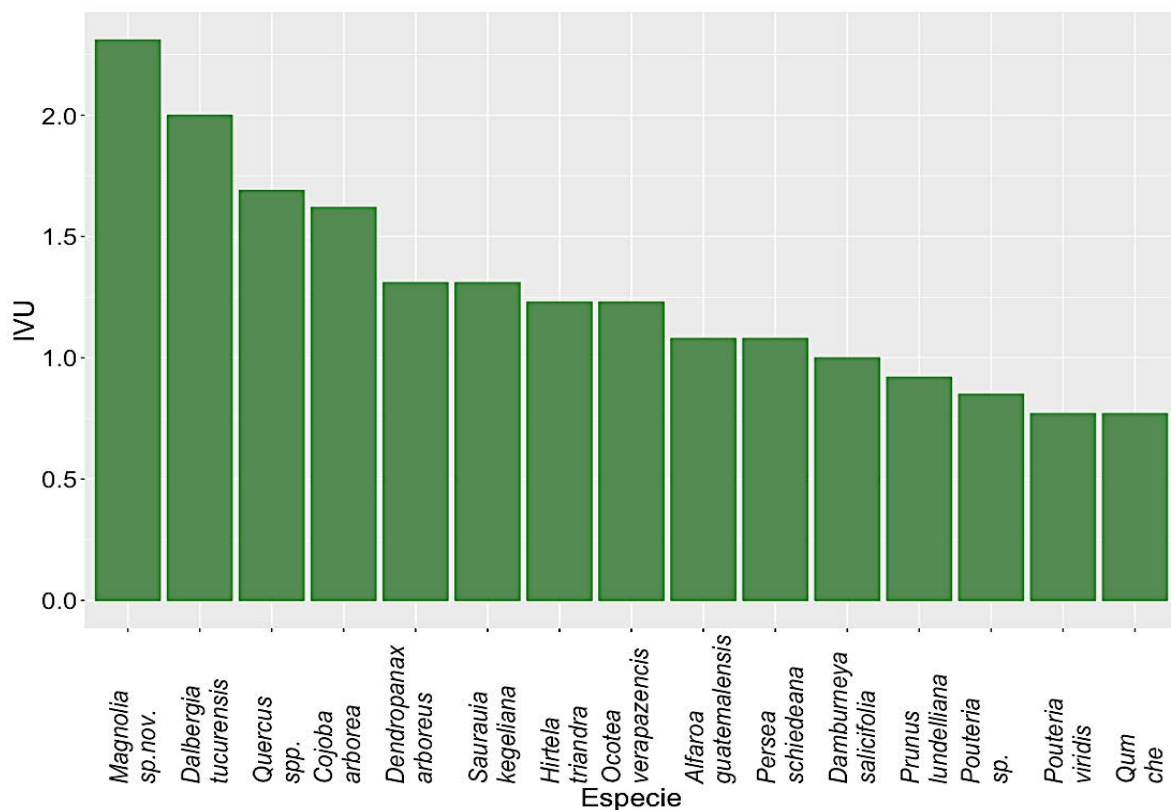


FIGURA 12. Índices de Valor de Uso de las 15 especies más importantes culturalmente en las aldeas Mexabaj, El Chiborrón y Pam ak Che.

Se registró un total de 52 especies forestales que son utilizadas de alguna forma por la gente local. Se realizó entrevistas a 13 informantes claves que incluye carpinteros, agricultores de subsistencia, cocineros, guardabosques, constructores

de ranchos, curanderos y artesanos. La especie más importante fue *Magnolia poqomchi* con un Índice de Valor de Uso de 2.31, *Dalbergia tucurensis* fue la especie con la mayor cantidad de usos (7 usos).

En el siguiente cuadro se muestran los diferentes usos registrados durante las entrevistas y el total de especies y citas por cada uno.

CUADRO 2. Categorías de uso registradas durante las entrevistas.

Código*	Descripción	No. de especies	No. de citas
MAD	Uso general de la madera (implica la tumba del árbol)	36	147
LEÑ	Leña (puede o no implicar la tumba del árbol)	43	74
EST	Especies duras usadas para estructuras: postes, vigas de casa, chasis de camiones (puede o no implicar la tumba del árbol)	22	58
MUE	Mueblería y maderas de alta calidad (implica la tumba del árbol)	13	45
ALI	Alimento	8	16
MED	Cualquier uso medicinal	6	12
TEC	Construcción de ranchos (no madera)	5	9
MUS	Instrumentos musicales (puede o no implicar la tumba del árbol)	2	6
ORN	Ornamental	2	5
ART	Artesanías	3	5
Otros	Cerco vivo, cepillos de limpieza y tarimas (puede o no implicar la tumba del árbol)	5	5
CAR	Carbón (puede o no implicar la tumba del árbol)	2	4
TIN	Extracción de tinta	1	1

Los usos mencionados por los informantes clave durante las entrevistas fueron agrupados en 12 categorías. De estas, la utilización para leña fue la categoría con la mayor cantidad de especies registradas (43). El uso general para madera tuvo 147 citas, siendo la categoría más citada.

Lluvia de semillas (muestreo complementario)

El siguiente cuadro presenta un calendario de la disponibilidad de semillas de cada especie encontrada durante un año de muestreo con las trampas de semillas, así como la riqueza y abundancia anual y mensual.

CUADRO 3. Caracterización anual de la lluvia de semillas del ecosistema de referencia en la Finca Pamac II.

Especie	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<i>Alfaroa guatemalensis</i>	7	3					1	1		4	4	16	36
<i>Amphitecna montana</i>	24		18		48	72		2	26	31	7	11	239
<i>Calyptranthes macrantha</i>	3	2	41	1	13	35	5			8	10	2	120
<i>Clusia lundellii</i> (frutos)			4	1	15		10	6					36
<i>Cojoba arborea</i>								5		2	3		10
<i>Drimys granadensis</i>						1							1
Euphorbiaceae sp.1			10	13	9								32
Euphorbiaceae sp.2						3	2	1					6
Fabaceae sp.1				1									1
<i>Genipa vulcanicola</i>		1								4	1	1	7
<i>Hediosmum mexicanum</i>	1										4		5
<i>Inga vera</i>									6				6
<i>Magnolia poqomchi</i>								6	13				19
Melastomataceae sp.1				3	35								38
Morfoespecie 1										1			1
Morfoespecie 10		2	4										6
Morfoespecie 17			35			5							40
Morfoespecie 2										1	1		2
Morfoespecie 7											6		6
<i>Ocotea verapazensis</i>							2	4					6
<i>Parathesis leptopa</i>	4	6						19	3	74	458	6	570
<i>Pouteria viridis</i>										6			6
<i>Prunus lundelliana</i>	6				1					140	39	10	196
<i>Prunus</i> sp.	6	8	12								8	7	41
<i>Quercus</i> sp.						19	11			1	1		32
Rubiaceae (Tribu: Gardenie)								1					1
Rubiaceae sp.1										3			3
<i>Ternstroemia tepezapote</i>					1	1	11		4				17
Total	51	22	124	19	122	137	42	45	52	275	542	53	1484
Riqueza	7	6	7	5	7	7	7	9	5	12	12	7	--

Durante el año completo de muestreo se recolectaron 1,484 semillas de 30 especies distintas. La especie con mayor cantidad de semillas recolectadas fue *Parathesis leptopa* (570). Se encontró que *Amphitecna montana* y *Calyptranthes macrantha* fueron recolectadas durante el año completo. Se puede observar dos picos en la abundancia y riqueza de las semillas en el bosque. El primero durante el mes de junio (137 semillas de 8 especies) y el segundo en noviembre, siendo este el mes con más semillas recolectadas (542) y más especies (13). En dos ocasiones se encontró que las trampas habían sido rasgadas en la parte inferior de la malla y fueron reparadas utilizando hilo de pescar. Para *Alfaroa guatemalensis* y *Quercus* spp. se encontró semillas individuales fuera del tiempo de fructificación con marcas de mordeduras.



FIGURA 13. Ejemplos de semillas colectados en la Finca Pamac II

Determinación de especies relevantes para restauración

A. Selección con base a criterios cumplidos

El siguiente cuadro muestra las 13 especies seleccionadas como relevantes para restauración del bosque nuboso según los criterios de selección. Se muestran

solamente las especies que cumplen con 3 o más criterios, contactar al autor para obtener el cuadro completo (serranomarcelo.d@gmail.com).

CUADRO 4. Especies seleccionadas como relevantes para restauración en base a criterios cumplidos y la integración de los datos de importancia ecológica y cultural.

No.	Familia	Especie	IVI	Grado de amenaza*	Endemismo	IVU	Usos
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia kegeliana</i>	8.32	VUMex	No	1.31	ALI, LEÑ, EST, MAD
2	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	8.91	LC	No	1.31	ORN, LEÑ, MAD, MUE, Otro
3	Chrysobalanaceae	<i>Hirtela triandra</i>	19.99		No	1.23	TEC, LEÑ, EST, MAD
4	Fagaceae	<i>Quercus spp.</i>	27.62			1.69	MED, CAR, LEÑ, EST, MAD, Otro
5	Juglandaceae	<i>Alfaroa guatemalensis</i>	15.56		Sí	1.08	LEÑ, MAD, MUE
6	Lauraceae	<i>Ocotea verapazensis</i>	6.00	VUGua, LEA 2	Sí	1.23	LEÑ, MAD, MUE
7	Lauraceae	<i>Persea schiedeana</i>	12.57	EN, VUMexico	No	1.08	ALI, LEÑ, EST, MAD, MUE
8	Leguminosae	<i>Dalbergia tucurensis</i>	2.20	CITES II	No	2.00	ART, LEÑ, EST, MAD, MUE, MUS, Otro
9	Magnoliaceae	<i>Magnolia poqomchi</i>	8.66		Sí	2.31	ORN, ART, LEÑ, EST, MAD, MUE
10	Myrsinaceae	<i>Parathesis leptopa</i>	14.51	ENMex	No	0.23	TEC, LEÑ, EST
11	Myrtaceae	<i>Calyptanthus macrantha</i>	23.11		Si	0.46	TEC, LEÑ, EST, MAD
12	Rubiaceae	<i>Glossostipula concinna</i>	7.60	ENMex	No	0.69	LEÑ, EST, MAD, MUE
13	Sapotaceae	<i>Pouteria viridis</i>	7.36	LC	Si	0.77	ALI, LEÑ, EST, MAD

*Criterios IUCN: EX = Extinta, EW = Extinta en su hábitat, CR = Amenazada críticamente, EN = Amenazada, VU = Vulnerable, NT = Casi amenazada, LC = Preocupación menor, DD = Datos deficientes, NE = No evaluado. La terminación Mex y Gua en cada criterio indica que la información fue obtenida de la lista roja de árboles específica de cada país.

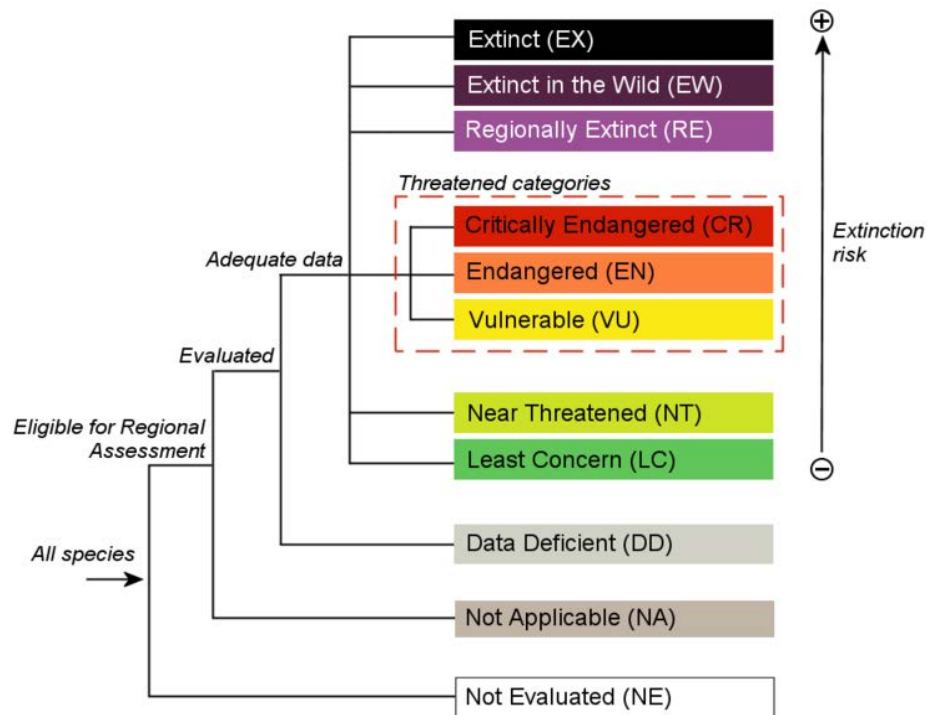


FIGURA 14. Categorías de la lista roja de la IUCN.

Fuente: IUCN RED LIST.

Se evaluaron 52 especies para determinar su inclusión en el listado de especies relevantes para restauración. Éstas representan todas las especies obtenidas durante el muestro forestal y las entrevistas. Para las especies que fueron mencionadas por los informantes y no se consiguió muestras para su identificación, se colocó los nombres locales en vez de la especie y familia. Las casillas en blanco dentro de la tabla representan datos que no fueron generados por este estudio, no están disponibles o no aplican en el caso de árboles que no fueron identificados hasta nivel de especie. Se encontraron 13 especies que cumplen con 3 o más de los criterios de evaluación y 12 que cumplen con 1 o 2. Los criterios utilizados para determinar la relevancia de cada especie para restauración fueron: IVI mayor a 7,

encontrarse en alguna categoría de amenaza, ser endémica de Guatemala, IVU mayor a 0.7 y tener 3 o más usos en el área de estudio.

B. Valores de importancia para restauración asignados por grupo focal de especialistas

El siguiente cuadro muestra el promedio de los valores de importancia para restauración asignados por los especialistas a las especies encontradas durante el estudio. Los rellenos en distintos tonos de verde representan las especies priorizadas en el cuadro anterior con base a la cantidad de criterios que cumplen. Se muestran solamente las especies con valoración mayor a 6.5 por parte de los especialistas, contactar al autor para obtener el cuadro completo².

CUADRO 5. Valoración promedio de la importancia para restauración otorgada por los especialistas a las especies forestales.

No.	Familia	Especie	Valoración promedio especialistas	Desviación Estándar
1	Rosaceae	<i>Prunus lundelliana</i>	8.88	1.13
2	Lauraceae	<i>Ocotea verapazensis</i>	8.13	1.73
3	Lauraceae	<i>Persea schiedeana</i>	8.13	0.99
4	Fagaceae	<i>Quercus spp.</i>	8.00	3.34
5	Magnoliaceae	<i>Magnolia poqomchi</i>	7.88	1.89
6	Lauraceae	<i>Ocotea bernoulliana</i>	7.75	1.39
7	Juglandaceae	<i>Alfaroa guatemalensis</i>	7.63	2.00
8	Leguminosae	<i>Dalbergia tucurensis</i>	7.38	3.29
9	Sapotaceae	<i>Pouteria viridis</i>	7.13	2.03
10	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	6.88	2.64
11	Myrsinaceae	<i>Parathesis leptopa</i>	6.88	1.64
12	Juglandaceae	<i>Oreomunnea mexicana</i>	6.63	2.45

 Especies que cumplen con 1 o 2 criterios de selección  Especies que cumplen con 3 o más criterios

Se encontró que *Prunus lundelliana* (8.88), *Ocotea verapazensis* (8.13), *Persea schiedeana* (8.13) y *Quercus spp.* (8.00) fueron los taxones con la valoración

² Para obtener el cuadro completo contactar al autor: serranomarcelo.d@gmail.com

promedio más alta por parte de los especialistas. El cuadro anterior muestra una tendencia similar en cuanto a las especies priorizadas utilizando ambos métodos, compartiendo 8 de las 10 especies más relevantes en cada uno. Al integrar los datos obtenidos del grupo focal, se encontró una gran variación en los valores asignados a algunas especies. Para poder tomar este factor en cuenta, se incluyó la variación estándar en el cuadro anterior; siendo *Pinus* spp. (3.72) el taxón con el desacuerdo más grande entre especialistas. Los resultados anteriores fueron obtenidos con base en la evaluación de 9 especialistas que participaron en el estudio.

4.5 Discusión

En esta sección se muestra un resumen de la discusión original, contactar al autor para obtener el texto completo³.

Identificación de especies forestales

El listado general de especies forestales presentado en este estudio es el resultado de la combinación del listado general de especies elaborado por estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala y las especies encontradas durante los muestreos. La diferencia en las especies encontradas y las que se tenían registradas, se puede deber a que el listado general incluye especies de todos los ambientes presentes en el área, mientras que el presente estudio se enfoca en el bosque poco



Diversidad en un bosque poco perturbado.

³ serranomarcelo.d@gmail.com

perturbado. Estando adentro de este ecosistema, puede resultar difícil la obtención de muestras para la identificación debido a la altura del dosel y la densidad del sotobosque. Este ha sido el primer estudio que se enfoca en la identificación de especies forestales con la ayuda de guías locales, cubriendo una cantidad considerable de área de muestreo e incluyendo sitios dentro del ecosistema que no habían sido muestreados anteriormente. Seguramente existen especies que no han sido reportadas para el sitio. Estudios, monitoreos y visitas posteriores seguirán ampliando el listado de especies vegetales para el área.

Los resultados de esta sección representan la primera guía de nombres en Poqomchi' y nombres locales para los árboles de las montañas de San Cristóbal Verapaz, Guatemala. Al utilizarla en otros sitios es necesario evaluar qué especies y nombres son compartidos entre las regiones.

Importancia ecológica



Especies longevas en un bosque poco perturbado.

La gran extensión de área degradada y plantaciones de pino en los alrededores hace que la mejor forma para restaurar el ecosistema sea de forma activa. Por esta razón, es necesario usar de referencia un bosque poco perturbado para elección de especies a sembrar en combinación con especies importantes cultural y económicamente que aseguren la sustentabilidad a largo plazo de los programas de restauración. Los resultados de la determinación del Índice de Valor de Importancia (IVI) concuerdan con la teoría, demostrando la alta diversidad

que compone a este ecosistema. La especie arbórea con el IVI más alto fue *Quercus* spp. de 27.92, que representa tan solo el 9.3% de la composición forestal. Esto demuestra que no existe un componente dominante en el ecosistema y que está compuesto por una gran cantidad de especies (cerca de 45 según la curva de acumulación realizada). Estos resultados enfatizan la necesidad de sistemas de restauración forestal que se enfoque en la diversidad y que utilicen especies nativas; en donde el número de especies utilizadas debe ser acorde a lo encontrado en los ambientes de referencia.

La presencia de 5 especies de árboles endémicas para Guatemala, ilustra la dinámica de divergencia y especiación característica de estos ecosistemas. También enfatiza la necesidad de conservarlos debido a la vulnerabilidad por tener distribuciones pequeñas y la presencia de material genético valioso. Se encontraron 18 especies incluidas en alguna categoría de amenaza y riesgo de extinción. De estas, solamente 5 estaban evaluadas para Guatemala y 17 de todas las demás especies no contaban con información disponible sobre su estado de conservación. Esto demuestra el vacío de información que se tiene en Guatemala sobre el estado de conservación de sus especies forestales. Esta información puede ser valiosa para la toma de decisiones y la priorización de especies en programas de reforestación y restauración.

Importancia cultural

Para la determinación de la importancia cultural se realizaron entrevistas a 13 informantes clave de distintas profesiones (carpinteros, curanderos, guardabosques, cocineros, entre otros) de los cuales solo una era mujer. Se notó una diferencia en la información brindada por ella al resto, enfocándose más en el aspecto medicinal utilizado para el cuidado de los niños y proveyendo información nueva. Es por lo anterior que se recomienda incluir la participación de más mujeres en estudios. También se notó una diferencia en la información brindada dependiendo de la edad. Los informantes de una edad más avanzada mostraron conocimiento de más especies y sus usos, mientras que los informantes más jóvenes que se enfocaban más en la madera y su comercialización. Esto a su vez aumenta la vulnerabilidad de las especies ya que estos usos generalmente implican la tumba

de los árboles; en contraste con otras formas de utilización no maderable que utilizan solo partes del árbol sin la necesidad de cortarlo completo. Se recomienda realizar estudios etnobotánicos para evitar la pérdida de información sobre los usos y propiedades de los árboles y otras especies vegetales del sitio. Además se debe incluir en dichos estudios diversidad de sexos y personas para obtener información que abarque varias perspectivas y riqueza de datos.

Lluvia de semillas

La información recopilada en la caracterización de la lluvia de semillas puede proveer información relevante sobre la productividad, regeneración y disponibilidad de alimento dentro del bosque. A parte de esto, el calendario (cuadro 3) presentado por este estudio puede servir de guía para la recolección de semillas de varias especies brindando las temporadas de fructificación de las especies. Se encontró que noviembre es el mes con mayor cantidad de semillas con la mayor riqueza, seguido de octubre. Se puede observar otro pico en la producción de semillas durante el mes de junio. Sugiriendo que estos son los mejores meses para la recolección de germoplasma. La lluvia de semillas también provee información importante sobre la dinámica de dispersores en el área y las estrategias de propagación de especies forestales (Clark *et al.*, 2001).

Determinación de especies relevantes para restauración

La determinación de la importancia de cada especie es un proceso complejo que no funciona de la misma manera en todos los casos. Por ejemplo, el índice de Valor de Importancia nos brinda el aporte de cada especie a la estructura del ecosistema de referencia, de modo que las especies con valores más altos deben ser incluidas para la restauración. Sin embargo, un valor muy bajo, también puede sumar importancia a una especie si se combina con un alto Índice de Valor de Uso (IVU) y un aprovechamiento maderable; ya que esta combinación de criterios indica que la especie está amenazada por sobreutilización en el área. Al priorizar especies basándose en los criterios que estas cumplen nos aseguramos de incluir árboles que respondan a distintas categorías de importancia. Adicionalmente, se debe

tomar en cuenta factores como el potencial económico de la especie y la dificultad o métodos de propagación, información que en muchos casos no está disponible.

El grupo focal de especialistas puede ser un método bastante útil para la selección de especies. Este método evita el sesgo considerando factores importantes desde distintas perspectivas. Un factor limitante para la aplicación de este método puede ser la disponibilidad de los especialistas para participar en el estudio. De los 20 expertos que se contactó, solamente respondieron 8. Al aumentar la cantidad de evaluaciones se aumenta la robustez de los resultados. También se puede encontrar una alta variabilidad en las valoraciones de ciertas especies. Esto se ve reflejado en los resultados de este estudio al encontrar una alta desviación estándar para algunas especies. Por ejemplo, el género *Pinus* mostró la desviación estándar más alta (3.72); y en las evaluaciones personales se pueden observar valores desde 1 a 10 (datos completos en la publicación original⁴). Esto puede estar causado por la tendencia en el país a sembrar pino para producción de madera y reforestación; que se ve intensificada por la poca disponibilidad de otras especies en los viveros. Sin embargo, este género no es nativo para el bosque nuboso del sitio (IVI = 0) y su siembra en monocultivo representa una amenaza.



Dalbergia tucurensis.

Al comparar las especies relevantes propuestas por ambos métodos, se puede observar un alto nivel de concordancia entre ambos, compartiendo 8 de las 10 especies más importantes para ambos casos. Esto sugiere que ambos métodos son adecuados para la selección de especies, teniendo la información necesaria. De ser posible, se recomienda aplicar ambos métodos como complementarios ya que el grupo focal añade el conocimiento empírico dado por la experiencia.

⁴ Para obtener la investigación completa contactar al autor de este manual: serranomarcelo.d@gmail.com

En algunos casos fue mencionado por los guías e informantes claves que quieren sembrar las especies nativas. Sin embargo, una vez recolectadas la semilla no saben qué hacer con ellas. También se ha documentado la extracción de plántulas de varias especies para sembrarlas cerca de los poblados. Este interés podría facilitar la aplicación de estrategias de restauración. Es necesario realizar programas de reproducción e investigación para las especies que necesiten tratamientos pregerminativos o condiciones especiales. También es importante incluir a especies nodrizas que faciliten el establecimiento de las demás. Así como evaluar los estados sucesionales adecuados para determinar los sitios y tiempos para la siembra de cada especie.

Los resultados de este estudio servirán para la creación de un vivero forestal dentro de la finca Pamac II que se enfocará en la reproducción de las especies priorizadas por el estudio. Este utilizará el bosque poco perturbado de la finca como fuente de germoplasma y proveerá plántulas para la restauración de zonas degradadas dentro de esta, así como a los pobladores que deseen sembrar estas especies.

4.6 Conclusiones

1

73 Especies de árboles se establecieron en el listado de la Finca Pamac II y las zonas aledañas, de las cuales 33 son registros nuevos por este estudio.

2

Las tres especies con Índices de Valor de Importancia (IVI) más altos del bosque de referencia fueron *Quercus* spp. (27.62), *Calypttranthes macrantha* (23.11) y *Prunus lundelliana* (21.97) y en conjunto representan el 24.23 % de la composición forestal.

3

18 Especies forestales se encontraron dentro de categorías de amenaza, entre ellas *Persea schiedeana* (EN) y *Drimys granadensis* (VU y LEA 2); 5 endémicas para el país, entre ellas *Ocotea verapazensis* (VU, LEA 2) y *Alfaroa guatemalensis*; y una incluida en CITES, *Dalbergia tucurensis* (CITES 3).

4

Las tres especies de árboles con Índices de Valor de Uso (IVU) más altos en las aldeas Mexabaj, El Chiborrón y Pam ak Che son *Magnolia* sp. nov. (2.31), *Dalbergia tucurensis* (2.00) y *Quercus* spp. (1.69). La especie con mayor cantidad de usos reportados fue *Dalbergia tucurensis* (7).

5

147 citaciones posee la categoría de uso general para madera (MAD), siendo la categoría con mayor cantidad de citaciones, mientras que la leña (LEÑ) fue la categoría con más especies reportadas (43).

6

1,484 semillas de 30 especies distintas fueron recolectadas durante el año de muestreo. La especie con mayor cantidad de semillas recolectadas fue *Parathesis leptopa* (570). El mes con mayor cantidad de semillas recolectadas (542) y la mayor riqueza (13 especies) fue noviembre.

7

Tres o más criterios de evaluación; o una valoración promedio mayor a 6.5 por los especialistas, deben cumplir las especies que se proponen para la restauración del bosque nuboso. siendo el Coj (*Magnolia* sp.nov.), el Granadillo (*Dalbergia tucurensis*), los Encinos (*Quercus* spp.) y el Palo Blanco (*Dendropanax arboreus*) las especies más relevantes.

4.7 Recomendaciones

- 1 Continuar con los muestreos realizados por los estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala para continuar ampliando el listado general de especies vegetales.
- 2 Comparación y actualización del listado con los nombres utilizados para cada especie en otras regiones del país.
- 3 Verificar la identificación y distribución de *Magnolia mexicana* en Guatemala y determinar si es conocida como Coj en alguna región.
- 4 Realizar muestreos específicos con el equipo de escalada de árboles para identificar qué especies de encinos se encuentran en la región.
- 5 Realizar muestreos de composición forestal para comparar entre altitudes, bordes y distintos estados sucesionales. Así como proximidad a poblaciones para determinar amenazas.
- 6 Incluir una mayor cantidad de informantes mujeres, que utilicen plantas, para estudios posteriores sobre etnobotánica y restauración.
- 7 Aumentar el número de trampas utilizadas para caracterizar la lluvia de semillas y elevarlas un poco más del suelo para evitar la depredación por roedores.
- 8 Caracterizar la lluvia de semillas y comparar entre distintos estados sucesionales.

9

Determinar calendarios para las especies relevantes que incluya otros factores de la fenología como floración y pérdida de hojas.

10

Creación de un vivero forestal para las especies nativas del área con el fin de incentivar la restauración con dichas especies.

11

Realizar ensayos de germinación y establecimiento para las especies que no estén tecnificadas, así como sistemas de producción que combinen varias especies nativas y estudios de facilitación por especies nodrizas.

12

Realizar una guía de identificación e información importante de las especies relevantes para restauración del bosque nuboso, extendiendo el muestreo a otras regiones del país que cuenten con este ecosistema.

Literatura citada



- Aerts, R., & Honnay, O. (2011). Forest restoration, biodiversity and ecosystem functioning. *BMC Ecology*, 11(1), 29. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-11-29>.
- Alianza por el acceso universal de la salud (ACCESA). 2015. El acceso universal a la salud: algunos elementos para la discusión. Servi-prensa. Guatemala. 48 pp.
- Ayantunde, A., Briejer, M., Hiernaux, P., Udo, H. y Tabo, R. 2008. Botanical Knowledge and its differentiation by age, gender and ethnicity in Southwestern Niger. *Human Ecology*. 36 (6): 881-889.
- Basterrechea, M., & Guerra Noriega, A. (2019). Recursos hídricos. En E. J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo (Eds.), Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala. (pp. 86–107). Guatemala: Editorial Universitaria UVG.
- Becerril-Montekio, V. y López-Dávila, L. 2011. Sistema de Salud de Guatemala. *Salud Pública de México*. 53: 197-207.
- Cano, E. B.; Schuster, J. C. (eds.) 2012. Biodiversidad de Guatemala. Volumen 2. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala, 328 pp.
- Chazdon, R. L. (2008). Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands. *Science*, 320 (5882), 1458-1460. <https://doi.org/10.1126/science.1155365>
- Chazdon, R.L. & Guariguata, M.R. (2016), Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. *Biotropica*, 48: 716-730. <https://doi:10.1111/btp.1238>
- Clark, C., Poulsen, J., & Parker, V. (2001). The Role of Arboreal Seed Dispersal Groups on the Seed Rain of a Lowland Tropical Forest1. *Biotropica*, 33, 606-620. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2001.tb00219.x>

- CONAP (2009). Lista de Especies Amenazadas de Guatemala. Documento Técnico No. 67 (02/2009). 2ª. Ed. Revisada, Guatemala, marzo 2009. 120 pp.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 2014. V Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio Sobre la Diversidad Biológica. Guatemala. Documento Técnico No. 3. 109 pp.
- Cottam, G., & Curtis, J. T. (1956). The Use of Distance Measures in Phytosociological Sampling. *Ecology*, 37(3), 451-460. <https://doi.org/10.2307/1930167>
- Custodio, J. (2019). Boletín estadístico 1998-2019 departamento de incentivos forestales. INAB. 51 pp.
- De la Cruz, J. R. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 42.
- De Santayana, M y Gómez, E. 2003. Etnobotánica: aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 60 (1): 171-182.
- DellaSala, D. A., Martin, A., Spivak, R., Schulke, T., Bird, B., Criley, M., ... Aplet, G. (2003). A Citizen's Call for Ecological Forest Restoration: Forest Restoration Principles and Criteria. *Ecological Restoration*, 21(1), 14-23. <https://doi.org/10.3368/er.21.1.14>
- FAO. (2017). Forest Restoration and Rehabilitation. Basic Information.
- Gómez, I., & Méndez, E. (2007). El caso de la Asociación de Comunidades Forestales de Petén (ACOFOP). Analisis de Contexto. Recuperado de http://www.cifor.org/acm/download/pub/grassroot/Peten_Spanish%20all.pdf
- González-Espinosa, M., Francisco Quintana Ascencio, P., & Marcial, N. (1992). Banco y lluvia de semillas en comunidades sucesionales de bosque de pino-encino de los Altos de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana*. <https://doi.org/10.21829/abm20.1992.658>
- Holl, K. D. (1999). Factors Limiting Tropical Rain Forest Regeneration in Abandoned Pasture: Seed Rain, Seed Germination, Microclimate, and Soil.

- Biotropica, 31(2), 229-242. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00135.x>
- Holl, K. D., Loik, M. E., Lin, E. H. V., & Samuels, I. A. (2000). Tropical Montane Forest Restoration in Costa Rica: Overcoming Barriers to Dispersal and Establishment. *Restoration Ecology*, 8(4), 339-349. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100x.2000.80049.x>
- IARNA-URL. (2018). Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida. IARNA.
- INAB, CONAP, UVG, & URL. (2019). Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de la cobertura forestal 2010-2016. Guatemala.
- INGUAT. (2020). Boletín estadístico anual, 2019. Guatemala.
- Instituto Nacional de Estadística. 2019. XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda: Resultados Censo 2018. Guatemala. 378 pp.
- IUCN, & WRI. (2014). A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Assessing forest landscape restoration opportunities at the national or sub-national level. Working Paper (Road-test edition) (IUCN). Gland, Switzerland.
- Kollmann, J., & Goetze, D. (1998). Notes on seed traps in terrestrial plant communities. *Flora*, 193(1), 31-40. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30813-7](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30813-7)
- Kreft, S. (2014). Global climate risk index 2015 who suffers most from extreme weather events? ; Weather-related loss events in 2013 and 1994 to 2013. Bonn [u.a.: Germanwatch.
- MAGA, PEDN, & Laboratorio de Información Geográfica. (2002). Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra República de Guatemala [Cartográfico]. En Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información, CATIE. Guatemala.
- Maginnis, S., & Jackson, W. (2002). Restoring forest landscapes: Forest landscape restoration aims to re-establish ecological integrity and enhance human well-being in degraded forest landscapes. IUCN, 6.

- Meli, P., & Carrasco-Carballido, V. (2011). Restauración ecológica de riberas Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona. México: CONABIO.
- Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala. (2018). Oportunidades de restauración del paisaje forestal en Guatemala. Serviprensa.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala (MSPAS). 2016 Morbilidad y Mortalidad: 20 primeras causas de morbilidad y mortalidad general. <https://sigsa.mspas.gob.gt/datos-de-salud/morbilidad/principales-causas-de-morbilidad-y-mortalidad>
- Morales, S. (18 de noviembre de 2019). Cambios en ciclo de lluvias genera pérdidas millonarias en el agro de Guatemala. Prensa Libre. Recuperado de <https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/cambios-en-ciclo-de-lluvias-genera-perdidas-millonarias-en-el-agro-de-guatemala/>
- OIMT, & IUCN. (2005). Restaurando el paisaje forestal: Introducción al arte y ciencia de la restauración de paisajes forestales.
- Palomo, A. M. (2013). Aprueban Ley del Cambio Climático y Mitigación de Gases de Efecto Invernadero en Guatemala. Recuperado de <https://www.iucn.org/es/content/aprueban-ley-del-cambio-clim%C3%A1tico-y-mitigaci%C3%B3n-de-gases-de-efecto-invernadero-en-guatemala>
- Parker, T. (2008). Trees of Guatemala. The Tree Press. Austin, USA.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2005. Diversidad étnico-cultural: la ciudadanía en un Estado plural. PNUD. 450 pp.
- Rodríguez-Santamaria, M., Puentes-Aguilar, J., & Cortés, F. (2006). Caracterización temporal de la lluvia de semillas en un bosque nublado del cerro de mamapacha (boyacá -colombia). Rav. Acad. Colomb. Cien, 30(117), 619-624.
- SIFGUA. (2020). Cuadros generales de comercio exterior. Recuperado de <http://www.sifgua.org.gt/Comercio.aspx>

- Standley, P. C. & J. A Steyermark. (1946). Flora of Guatemala. Fieldiana: Botany.
- Toledo, B. 2009. Diversidad de usos, prácticas de recolección y diferencias según género y edad en el uso de plantas medicinales en Córdoba, Argentina. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. 8: 389–401.
- USAID & Rainforest Alliance. (2018). El xate genera oportunidades para la mujer en Petén. Programa Clima, Naturaleza y Comunidades, Guatemala.
- Vargas Ríos, O. (2011). Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación. Acta Biológica Colombiana, 16(2): 221-246.
- Véliz, M. 2013. Determinación, caracterización y evaluación del estado actual y uso de las especies endémicas de Guatemala. CONCYT, SENACYT, FONACYT, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 554 pp.
- Vivero, J. L. (2006). The red list of trees of Guatemala. Cambridge, UK: Fauna & Flora International.
- WWF. (2020). We need to safeguard our forests. These green giants are essential for people, climate and wildlife. Recuperado de https://wwf.panda.org/our_work/our_focus/forests_practice/importance_forests/#:~:text=The%20importance%20of%20forests%20cannot,erosion%20and%20mitigate%20climate%20change.

ISBN: 978-9929-8144-6-2



9 789929 814462

UVG
UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE GUATEMALA

**EDITORIAL
UNIVERSITARIA**