



# **2<sup>do</sup> Informe sobre el estado de los recursos genéticos forestales en Guatemala**

---

Elaborado por  
Dra. Silvana Maselli de Sánchez  
Guatemala, Marzo 2024

Este documento contó con el apoyo técnico de:

---



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



El contenido de este documento es de exclusiva responsabilidad del autor  
y en ningún caso debe considerarse que refleje las opiniones de la FAO

# Coordinación del proyecto de elaboración del segundo Informe sobre el estado de los Recursos Genéticos Forestales

Punto focal para la elaboración del Informe/INAB	Ing. Ariel Nieves
Coordinación Nacional del Proyecto/FAO	Ing. Ogden Rodas Ing. Manuel Rodas
Apoyo Técnico y revisión de texto/INAB	Inga. Harriet López
Consultora a cargo de elaborar el segundo informe	Dra. Silvana Maselli de Sánchez

## Comité de Seguimiento del proyecto y revisión del texto

Ing. Mauro Salazar	Proyecto ProInnova/Popoyán
Ing. Edwin Oliva	Mesa temática de apoyo al servicio ecosistémico recursos genéticos forestales
Ing. Guillermo García	Inversiones Pasabién DEFORSA - Popoyán - ENCA
Dr. José Pablo Prado Córdoba	Profesor titular/Coordinador Área Integrada. Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido en este informe para fines educativos, u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción del material contenido en este informe para reventa u otros fines comerciales, sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor.

# CONTENIDO

8	<b>Introducción</b>
9	<b>1. El valor y la importancia de los recursos genéticos forestales</b>
9	1.1 Guatemala, bosques y sector forestal en la economía nacional
10	1.2 Tendencias del sector forestal en la economía nacional
14	1.3 Valor económico, ambiental, social y cultural de los recursos forestales
15	1.4 Desafíos, prioridades, necesidades y limitaciones, para mejorar la valoración de la contribución de los RGF.
17	<b>2. El estado de los bosques</b>
20	2.1 Tendencias que afectan los bosques y su manejo
22	2.2 Estrategias para reducir la deforestación
24	2.3 Proyectos de restauración del paisaje forestal, y consideraciones genéticas
25	2.4 Conservación de RGF, desafíos, oportunidades y necesidades
27	<b>3. El estado de otras tierras boscosas</b>
27	3.1 Actividades en áreas de árboles dispersos y otras tierras boscosas
29	3.2 Desafíos y oportunidades para el uso de otras tierras boscosas
30	<b>4. El estado de la diversidad entre los árboles y otras especies de plantas leñosas</b>
32	4.1 Estudios de riqueza de especies
33	4.2 Nuevos listados de especies
33	4.3 Necesidades para conocer y conservar la riqueza de especies del país
34	<b>5. El estado de la diversidad dentro de los árboles y otras especies de plantas leñosas</b>
34	5.1 Información generada con estudios de diversidad genética
35	5.2 Oportunidades, desafíos y necesidades
37	<b>6. Conservación <i>in situ</i> de los Recursos Genéticos Forestales</b>
41	6.1 Evaluación de los RGF y su conservación dentro de Áreas Protegidas
42	6.2 Otros esfuerzos de conservación <i>in situ</i>
43	6.3 Desafíos, oportunidades y necesidades de la conservación <i>in situ</i> de los RGF
45	<b>7. Conservación <i>ex situ</i> de los Recursos Genéticos Forestales</b>
45	7.1 Esfuerzos de conservación <i>ex situ</i> en el país
47	7.2 Desafíos, necesidades y oportunidades para mejorar la conservación <i>ex situ</i> de los RGF
49	<b>8. El estado de la utilización</b>
49	8.1 Producción maderable y comercio forestal
50	8.2 Producción y certificación de material reproductivo
52	8.3 Tendencias, desafíos, necesidades y oportunidades relacionadas a la utilización de los RGF
53	8.4 Prioridades para la creación de capacidad y la investigación
54	<b>9. Estado de los programas de mejoramiento y selección genética</b>
54	9.1 Tendencias en las actividades de mejoramiento genético en el país
56	9.2 Desafíos, oportunidades y necesidades para el mejoramiento genético de los RGF

58	<b>10. Manejo de los Recursos Genéticos Forestales</b>
58	10.1 Bosques Naturales con manejo forestal sostenible
59	10.2 Plantaciones y Sistemas Agroforestales
60	10.3 Manejo de los RGF en Bosques municipales y Bosques comunitarios
61	10.4 Manejo forestal sostenible en Áreas Protegidas
62	10.5 Acciones para mejorar el manejo de los RGF
62	10.6 Desafíos, oportunidades y necesidades para mejorar el manejo de los RGF
63	<b>11. Marco institucional para la conservación, utilización y desarrollo de los Recursos Genéticos Forestales</b>
63	11.1 Instituciones que trabajan con RGF
65	11.2 Estado de la investigación y el desarrollo sobre los RGF
67	11.3 Estudios y proyectos relacionados con RGF
68	11.4 Estado de la formación y capacitación
69	11.5 Desafíos, oportunidades y necesidades para la consolidar a las instituciones nacionales
70	<b>12. Cooperación internacional y regional en materia de Recursos Genéticos Forestales</b>
70	12.1 Cooperación Internacional
71	12.2 Cooperación regional
72	12.3 Redes Internacionales de RGF
72	12.4 Desafíos, oportunidades y necesidades
73	<b>13. Recomendaciones para mejorar la conservación, uso sostenible y desarrollo de los RGF</b>
75	<b>Referencias bibliográficas</b>
81	<b>Anexos</b>

# ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
ACOFOP	Asociación de Comunidades Forestales de Petén
ADIPO	Asociación de Desarrollo Integral de Occidente
ADN	Ácido desoxirribonucleico
AECID	Agencia de Cooperación Española
ARNPG	Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala
BANSEFOR	Banco de Semillas Forestales del INAB
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAMCORE	Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centroamérica y México
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CDC	Centro de Datos para la Conservación/Universidad de San Carlos de Guatemala
CECON	Centro de Estudios Conservacionistas/Universidad de San Carlos de Guatemala
CEFE	Proyecto de Ecosistemas Forestales Estratégicos/INAB
CGI	Grupo de Coordinación Interinstitucional
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
CONCYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
CUDEP	Centro Universitario de Petén, Universidad de San Carlos de Guatemala
CUNIZAB	Centro Universitario de Izabal, Universidad de San Carlos de Guatemala
CUNORI	Centro Universitario de Oriente, Universidad de San Carlos de Guatemala
CUNSUROC	Centro Universitario de Sur Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala
CUNTOTO	Centro Universitario de Totonicapán, Universidad de San Carlos de Guatemala

# ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
CUNZAC	Centro Universitario de Zacapa, Universidad de San Carlos de Guatemala
DAP	Diámetro a la Atura del Pecho
DIGI	Dirección General de Investigación/Universidad de San Carlos de Guatemala
EFAC	Escuela de Formación Agrícola de Cobán
ENCA	Escuela Nacional Central de Agricultura
FDN	Fundación Defensores de la Naturaleza
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAUSAC	Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala
FDV	Fondo de Desarrollo Verde
FUNDAECO	Fundación Para el Eco-desarrollo
GIMBUT	Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la tierra
GIZ	Cooperación Alemana para el Desarrollo, Gobierno de Alemania
IARNA	Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INE	Instituto Nacional de Estadística
ITTO	Organización Internacional de las Maderas Tropicales
IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
KOICA	Agencia de Cooperación de Corea
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
PINFOR	Programa de Incentivos Forestales
PINPEP	Programa de Incentivos para Pequeños Poseedores de Tierras de Vocación Forestal o Agroforestal
PROBOSQUE	Programa de Incentivos para el Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques

# ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
RA	Rainforest Alliance
RAPDs	Amplificación Aleatoria de ADN Polimórfico
RBM	Reserva de Biósfera Maya
RBSM	Reserva de Biósfera Sierra de las Minas
RGF	Recursos Genéticos Forestales
RNUMM	Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico
SEADEx	Sistema Electrónico para Autorización de Exportaciones
SEGEFOR	Sistema de Gestión Forestal
SEINEF	Sistema Electrónico de Información de Empresas Forestales
SENACYT	Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología
SICA	Sistema de la Integración Centroamericana
SIFGUA	Sistema Estadístico Forestal Nacional/INAB
SIGAP	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
SIGMA-I	Sistema de Información Geo Espacial para el Manejo de Incendios en la República de Guatemala.
SSR	Single Sequence Repeat (Secuencias repetidas cortas de ADN)
TNC	The Nature Conservancy
UE	Unión Europea
UNOPS	Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos
URL	Universidad Rafael Landívar
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USAID	Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional
UVG	Universidad del Valle de Guatemala
WWF	World Wildlife Fund
ZUM	Zona de Uso Múltiple

# INTRODUCCIÓN

---

Guatemala presentó su primer informe sobre el estado de los Recursos Genéticos Forestales, RGF, en el 2012. Atendiendo la solicitud de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, para que los países miembros proporcionaran información para elaborar el Segundo Informe Mundial, sobre el estado de los RGF; en agosto del 2023, a través del liderazgo del Instituto Nacional de Bosques, INAB, y el financiamiento de la FAO, se presentó a 49 representantes de 22 instituciones que trabajan con recursos forestales en Guatemala, el proyecto de elaboración del segundo informe nacional.

Para elaborar el Segundo Informe Nacional, se empleó una metodología participativa, a través de dos Talleres y Mesas de Trabajo, en las que las 22 instituciones nacionales a las que se les presentó el proyecto (Anexo 6), tuvieron la oportunidad de proporcionar la información que han generado sobre el tema de los recursos forestales, en los últimos diez años. En el proceso de ejecución del proyecto, las instituciones realizaron aportes y expresaron su opinión sobre los desafíos, oportunidades, necesidades y recomendaciones para mejorar la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de estos recursos en el país.

El concepto de Recursos Genéticos Forestales que se empleó para el segundo informe, es el utilizado por la Comisión de Recursos Genéticos de la FAO, y aceptado a nivel mundial, como: los materiales hereditarios conservados dentro y entre los árboles y otras especies de plantas leñosas, que tienen un valor económico, medioambiental, científico o social real o potencial.

El primer informe nacional del 2012, se empleó como marco de referencia para analizar los cambios y tendencias en la última década, relacionados con las áreas prioritarias a considerar: a) las contribuciones de los RGF al desarrollo sostenible, b) el estado de la diversidad de los bosques y otras tierras con árboles, c) el estado de la conservación *ex situ* e *in situ*, d) el estado de la utilización, desarrollo y manejo de los RGF, e) situación de la capacidad institucional y las políticas nacionales. El capítulo 13 de este informe incluye las recomendaciones, de conformidad a las cuatro áreas prioritarias del Plan de Acción Mundial, para la conservación, utilización sostenible y el desarrollo de los RGF.

La información que contiene el segundo informe sobre el estado de los RGF en Guatemala representa el esfuerzo de las instituciones nacionales, que se refleja en las nuevas acciones para mejorar la conservación, en los nuevos proyectos y estudios de investigación, en el uso y aplicación de nuevas tecnologías para generar mapas y realizar estudios de diversidad genética, en la creación de nuevas leyes y estrategias para mejorar la conservación, el uso sostenible y el desarrollo de estos recursos. En este informe se incluyeron nuevos listados de especies forestales, y listados actualizados desde el 2012, así como los estudios, proyectos e investigación reportados, por las instituciones que participaron, proporcionando información, para la elaboración de este segundo informe nacional.

# GUATEMALA

---

## 1. El valor y la importancia de los recursos genéticos forestales

En Guatemala se ha reconocido y generado información sobre el valor de los bosques y sus recursos desde las siguientes contribuciones: valor económico, valor de servicios ecosistémicos y valor cultural.

En la última década el valor económico de los recursos forestales del país, ha sido el más reconocido, y al que se le ha dado más importancia dentro del sector forestal nacional; sin embargo las consideraciones genéticas relacionadas al estado del potencial adaptativo de las especies forestales en bosques naturales y plantaciones, que son la base para el uso sostenible de los recursos genéticos forestales, no han sido valoradas en la misma medida.

El valor que se le asigne a los bosques depende también del manejo de la diversidad de las especies forestales, así como de la variación genética dentro de esas especies (Dawson, *et al.* 2014). Tomando en cuenta esta consideración, en este capítulo se describen las condiciones generales del país, en relación con sus bosques y con la contribución de los recursos genéticos forestales al desarrollo socio económico. Se describen además, los pocos, pero importantes esfuerzos para desarrollar mecanismos de valoración a nivel ambiental, y la importancia de los bosques en un país multiétnico.

### 1.1. Guatemala, bosques y sector forestal en la economía nacional

Guatemala es un país con una extensión territorial de 108,889 Km<sup>2</sup>, con características biogeográficas, de biodiversidad, culturales y de crecimiento poblacional, que lo distinguen del resto de países de Centroamérica.

El paisaje guatemalteco se caracteriza por montañas, que atraviesan el país de Noreste a Sureste, formando hacia el Noreste varias mesetas, que constituyen los Altos de Guatemala; donde se distribuyen especies forestales endémicas. El sistema fisiográfico del país presenta montañas, valles inter montanos, altiplanicies y tierras bajas (MAGA 2001). Dentro de la cadena volcánica, destaca una lista de 37 volcanes; de los que 3 permanecen generalmente activos, 2 tienen lagunas en su cráter y más de 9 superan los 3000 msnm.

La proyección del Instituto Nacional de Estadística, INE, para el 2020 de la población de Guatemala fue de 16,858,333; con una tasa proyectada de crecimiento anual del 1.6%. Esta proyección junto a la del Banco Mundial de 17,357,886 personas, para el 2022, colocan a Guatemala, como el país más poblado de Centroamérica; con la respectiva demanda de productos y servicios que esta población supone, en cuanto a sus necesidades por productos maderables y energéticos. Los datos del INE (2018) mostraron que el 54.4% de las familias en Guatemala utilizan leña para cocinar.

La población de Guatemala es pluricultural, pluriétnica y multilingüe, conformada por 21 etnias Mayas, además de la Xinca, la Garífuna y la Mestiza o Ladina. El INE (2018) distribuye a la población Maya dentro del 41.7%, a la Garífuna en el 0.1%, a la Mestiza en el 56%, a la Xinca en el 1.8%, 0.2% afrodescendiente y 0.2% extranjera.

Para el 2023, según la división administrativa política del país, la población de Guatemala se encuentra distribuida en 22 departamentos y 340 municipios; dentro de un país reconocido desde el 2010 como Megadiverso, por su rica biodiversidad; así como por su diversidad de hábitats y ecorregiones (nueve biomas, 14 ecorregiones, y 14 zonas de vida según la clasificación de Holdridge de 1947).

Dentro de la diversidad de especies forestales de Guatemala, el primer informe nacional sobre el estado de los recursos genéticos forestales (INAB y IARNA-URL, 2012), incluyó un listado de 555 especies leñosas y maderables útiles, presentes e identificadas en el Inventario Forestal Nacional del 2003. De estas 555 especies, 510 son nativas, 45 son exóticas y 65 son endémicas. Para el 2023, los datos oficiales del INAB presentan un listado de 960 especies forestales; de las que se priorizaron 43, para las diferentes modalidades del nuevo programa de incentivos del INAB, PROBOSQUE, (Programa de Incentivos para el Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques). Las especies priorizadas para PROBOSQUE tienen los siguientes usos: leña, fines industriales, fines energéticos, para sistemas agroforestales y agroforestales energéticos (Cuadro 5).

## **1.2. Tendencias del sector forestal en la economía nacional**

El Sector Forestal de Guatemala está conformado por instituciones de gobierno, incluyendo a las municipalidades y consejos de desarrollo. La representatividad del sector privado incluye a organizaciones comunitarias, cooperativas, grupos de campesinos propietarios colectivos de bosque, Empresas Campesinas Asociativas, por gremios y asociaciones forestales, centros de investigación públicos y privados, y por el sector empresarial (INAB, 2003).

El Instituto Nacional de Bosques, INAB creado bajo el Decreto Legislativo Número 101-96, Ley Forestal de Guatemala, es el órgano de dirección y autoridad competente del sector público agrícola en materia forestal. El INAB debe ejecutar y promover las políticas forestales y facilitar el acceso a asistencia técnica, tecnología y servicios forestales a todos los sectores del país que lo soliciten. Para cumplir con su mandato, desde el 2012, el INAB aumentó su cobertura nacional con nueve oficinas regionales y 35 subregionales, con las que se cubren los 22 departamentos de Guatemala

En la última década el INAB ha fortalecido las actividades del Sector Forestal, facilitando el acceso a sus servicios de información: Sistema de Información Forestal de Guatemala, SIFGUA; que provee las estadísticas relevantes sobre el Sector Forestal; el Sistema Electrónico de Información de Empresas Forestales, SEINEF, que ofrece información sobre el seguimiento a los productos forestales legalmente autorizados, en relación a los productos que ingresan y egresan para su procesamiento a la industria nacional; el Sistema de Gestión Forestal, SEGEFOR, que provee información sobre la gestión y otorgamiento de planes de manejo forestal; y además el Sistema Electrónico para Autorización de Exportaciones (SEADEx).

El INAB ha contribuido al fortalecimiento del Sector Forestal en el área rural desde 1996 al 2023, a través de los proyectos de incentivos forestales: PINFOR, PINPEP, y el de más reciente creación, el Programa PROBOSQUE (Decreto del Congreso 2-2015, Ley PROBOSQUE). Para el Sector Forestal, tanto PINFOR como PROBOSQUE (en seguimiento a PINFOR) han, y continúan propiciando, oportunidades para productores e inversionistas. Los objetivos del Programa PROBOSQUE, dentro de las estrategias para incidir en la deforestación del país y aumentar la cobertura boscosa actual, se discutirán en capítulos posteriores.

En la última década las empresas del Sector Forestal que proveen productos, y que se encuentran inscritas en el registro forestal, han aumentado de 2,025 a 2,425. Dentro de éstas los viveros forestales han crecido en número desde el 2012. Este dato es muy importante por el aumento de la demanda de semilla de calidad para establecer, tanto viveros como plantaciones; y las implicaciones que deben considerarse para mantener la diversidad genética de la semilla disponible.

En cuanto a su valor económico, los productos obtenidos de los recursos forestales (madera en bruto, aserrada, chapada, contrachapada, estratificada, tableros, leña, barriles, cajones, tarimas, plataformas para carga, traviesas y otros artículos similares) sitúan a Guatemala para el 2022, como el máximo exportador a nivel centroamericano; valorando las exportaciones en US\$161 millones (CentralAmericanData.com, 2023).

En el Cuadro 1, se presentan las estadísticas disponibles en el SIFGUA (2023), que muestran el monto en dólares, obtenido por las exportaciones de productos maderables entre los años 2003-2021, Las tarimas y plataformas, ventanas y marcos, así como las duelas fueron los productos más demandados internacionalmente.

**Cuadro 1.** Productos forestales más exportados por Guatemala en los años 2003-2021 y el valor de las exportaciones en dólares americanos (US\$).

Producto	Valor de exportación US\$	% del total de exportaciones
Tarimas y plataformas	44,800,253	32.74
Ventanas y marcos	28,334,362	20.71
Duelas	17,014,129	12.44
Las demás	7,217,508	5.28
Distinta de la de coníferas	6,323,533	4.62
Tableros de melamina	6,092,928	4.45
Residuos de madera	5,635,827	4.12
Perchas para ropa	5,202,904	3.80
Caoba	4,683,126	3.42
Madera aserrada	3,243,624	2.37
Puertas y marcos	1,944,029	1.42
De coníferas	1,802,509	1.32
Las demás manufacturas de madera	1,554,121	1.14
Tableros aglomerados lisos	1,533,359	1.12
Otras	1,440,505	1.05
<b>TOTALES</b>	<b>136,822,717</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Elaborado por Maselli, S. para este informe con datos del SIFGUA (INAB, 2023)

En relación a la demanda interna de productos forestales (2013-2022), ésta se suplió principalmente, de los volúmenes (m<sup>3</sup>) obtenidos de plantaciones forestales promovidas por el sector privado; y en menor cantidad, de madera que provino de árboles fuera y dentro de Áreas protegidas (Zona de Uso Múltiple, ZUM). El volumen ingresado al comercio interno puede observarse en el Cuadro 2.

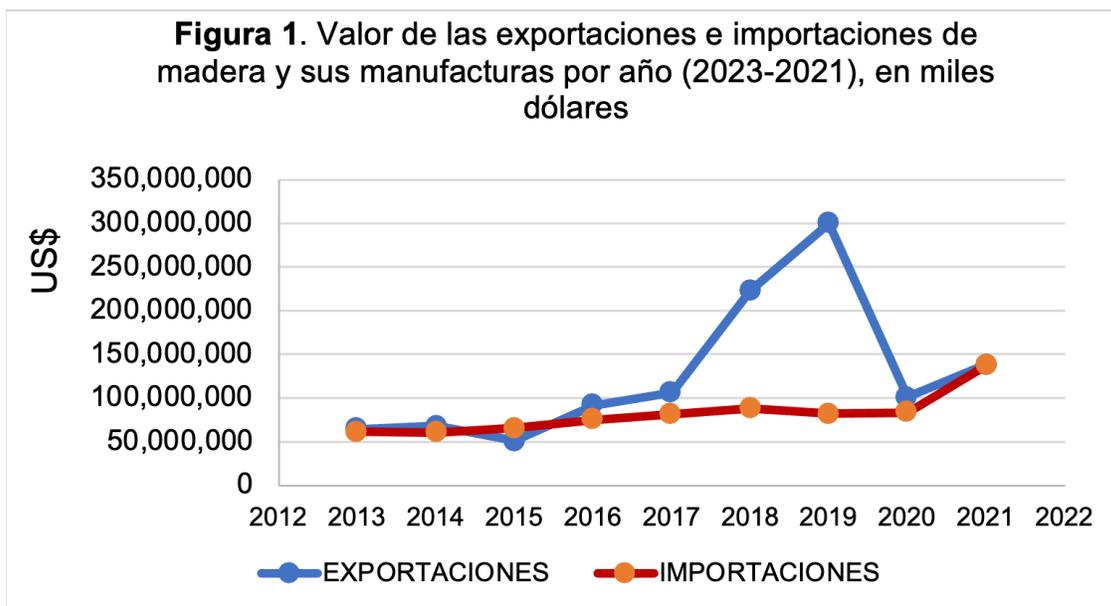
**Cuadro 2.** Volumen (metros cúbicos) de productos forestales ingresados para el comercio interno, que provino de plantaciones y de bosques fuera y dentro de Áreas Protegidas, entre los años 2013-2022.

Año	Bosques Áreas Protegidas (m <sup>3</sup> )	Bosques fuera de Áreas Protegidas (m <sup>3</sup> )	Plantaciones (m <sup>3</sup> )	Empresas (m <sup>3</sup> )	TOTALES
2013	30.7	4,284.93	14,453.00	7,909.56	26,678.19
2015	50,012.00	19,007.71	464,124.89	604,543.30	1,310,688.20
2017	65,369.50	654,761.77	1,193,049.96	717,847.57	2,631,028.80
2018	50,312.50	222,676.23	2,180,156.51	782,898.98	3,236,044.22
2019	76,860.70	178,864.99	542,934.78	823,057.49	1,551,717.96
2022	120,555.74	794,648.61	539,441.49	911,873.71	2,366,519.55
<b>TOTALES</b>	<b>312,828.64</b>	<b>1,651,568.01</b>	<b>2,754,004.12</b>	<b>3,065,231.63</b>	

**Fuente:** Elaborado por Maselli, S. para este informe con datos del SIFGUA (INAB, 2023)

En el 2022 la industria forestal demandó un volumen total de 764,294.22 m<sup>3</sup>; el 14% se obtuvo de importaciones; reiterando que la demanda interna no se suple con la producción interna.

La tendencia del Sector Forestal en cuanto a la oferta y la demanda de productos provenientes de recursos forestales, se ha mantenido estable en la última década; con un alza marcada en la oferta de productos para el comercio interno y para la exportación de los mismos, en el año 2018 (Cuadro 2 y Figura 1). Esta tendencia puede observarse en las Figura 1; que también muestra que en el año 2020 el valor de las exportaciones bajó, probablemente como consecuencia de la pandemia del Covid-19.

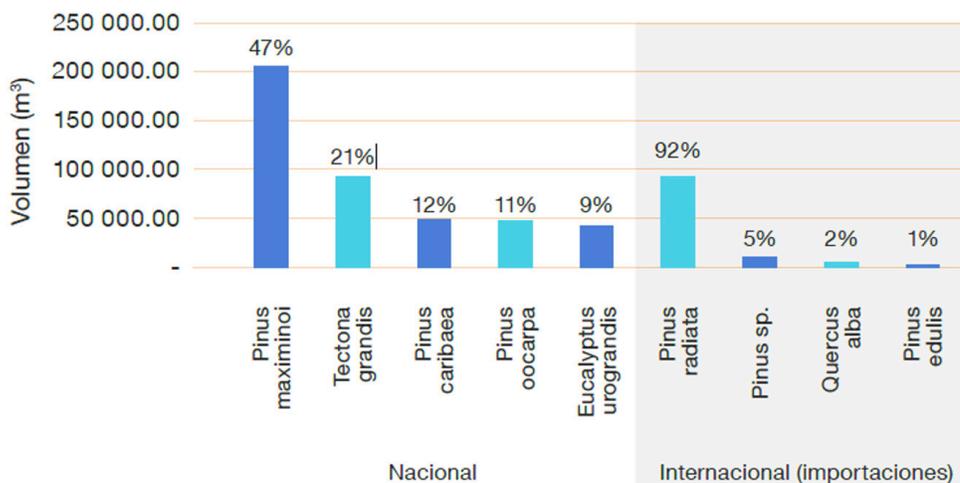


**Fuente:** elaborado por Maselli, S. para este informe con datos de SIFGUA (INAB, 2023)

Otra de las tendencias que se ha observado en la última década en el Sector Forestal, es el aumento en la organización comunitaria para establecer plantaciones y para conservar los bosques y las tierras comunales. En la última década a las 10 organizaciones reportadas en el 2012, se suman la Alianza Nacional de Organizaciones Forestales Comunitarias de Guatemala, ANOFC's, que agrupa a 300 organizaciones de base, la Red de Autoridades y Organizaciones Indígenas de Guatemala, la Red de Comunidades Organizadas Beneficiarias del PINPEP, la Coordinadora de comunidades guatemaltecas en defensa de los manglares y la vida, COGMANGLAR (INAB, 2016).

Para evaluar el aporte de los recursos genéticos forestales a la economía nacional, y conocer cuánta diversidad forestal se está empleando, es importante conocer de qué especies provienen los productos forestales que se están comercializando dentro y fuera del país.

El boletín informativo del INAB, sobre la oferta y demanda de productos forestales a nivel nacional para el 2022, incluyó a las cinco especies con mayor demanda. La Figura 2 muestra el volumen demandado (m<sup>3</sup>) por especie; donde tres especies de pino predominan (*Pinus maximinoii* = 47%, *Pinus caribaea* = 12% y *P. oocarpa* = 11%), y representaron el 70% del volumen total demandado, y el 98% del volumen importado.



Fuente: SEINEF

**Fuente:** tomado del boletín informativo de oferta y demanda de productos forestales a nivel nacional, del INAB en el 2022.

La tendencia por la demanda de las especies de pino se mantuvo en esta década; lo que resalta la importancia sobre la revisión al manejo integral que debe darse a estas especies, sobre todo en la conservación de su base genética tanto en bosques naturales, como plantaciones forestales.

La actual demanda de las especies de pino es similar a la reportada en el 2012, según se describió, en el primer informe sobre el estado de los RGF de Guatemala. Las especies listadas en el primer informe para satisfacer la demanda del sector forestal del país (8 especies de coníferas, dos especies de latifoliadas con mercado desarrollado, 13 especies latifoliadas con mercado potencialmente desarrollado, y 15 especies latifoliadas con potencial comercial) con un total de 38 especies; reflejan una base de opciones sumamente reducida y bajo presión, que indica que el potencial del recurso genético forestal, no está siendo debidamente aprovechado.

En el Anexo 1. Se listan las principales especies que se emplean actualmente, para el comercio interno y exportaciones, según el Sistema Electrónico de Información Empresas Forestales, SEINEF, del INAB, 2023.

### 1.3. Valor económico, ambiental, social y cultural de los recursos forestales

En Guatemala, por su valor económico, biológico, y cultural los productos no maderables del bosque se han posicionado, como de los más importantes, por los beneficios socio económicos que aportan a las comunidades y a los ingresos del país. El manejo sostenible de estos recursos, que practican las comunidades, principalmente dentro de las Concesiones Forestales de la Reserva de Biósfera Maya, ha sido objeto de reconocimiento internacional, como un ejemplo de conservación, uso sostenible, y de desarrollo para las comunidades locales.

La comercialización de los productos no maderables del bosque: las hojas del Xate (*Chamaedorea spp*), el chicle (*Manikara zapota*), pimienta gorda (*Pimenta dioica*) y semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum*), se hace principalmente a través de las exportaciones. La Asociación de Comunidades Forestales de Petén, ACOFOP, registró en el período 2013-2021 ventas totales de estos productos por US\$4,096,096.39. El 87% de estas ventas (US\$3,560,791.34) fueron de Xate, seguido por las ventas de Ramón por US\$317,938.19. Los montos de las ventas obtenidos para estos productos, superan a los reportados para el Primer informe (INAB y IARNA-URL, 2012), y resaltan el valor socio económico que estos productos tienen para las comunidades de la Reserva de Biósfera Maya.

La valoración de los ecosistemas y los recursos forestales que sostienen, ha sido poco estudiada en el país, por lo que resalta el esfuerzo de la Vicerrectoría en Investigación y Proyección, VRIP, y del Instituto de Investigación en Ciencias Naturales, IARNA, de la Universidad Rafael Landívar, URL, y su contribución al tema con el estudio de la Cuenta de Ecosistemas de Guatemala (CEG). Esta cuenta permite examinar la extensión y condición de los ecosistemas del país para determinar la oferta de servicios ecosistémicos (Banco Mundial, et al. 2021).

El estudio de la VRIP/IARNA/URL presenta los siguientes datos: se han valorado 32 servicios ecosistémicos, con un valor económico que representaría un 3.6% del PIB para el 2019. El servicio de provisión de agua (para consumo humano, riego o industria), el de provisión de alimentos (pesca y productos agrícolas), la regulación de flujo y ciclo hidrológico, y el de turismo, son los tres más mencionados. Dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, SIGAP, el estudio identificó 28 servicios ecosistémicos: servicios de provisión, regulación y cultural. Dentro de estos, el más reportado fue el de la conservación de la biodiversidad y sus servicios múltiples; seguido por el de regulación de flujo y ciclo hidrológico, y el de turismo (Banco Mundial, et al. 2021).

La sensibilización pública y de las instituciones del gobierno a la importancia de resaltar los servicios ecosistémicos que los bosques generan, ha conducido a que el Programa PROBOSQUE (INAB, 2020), incluya dentro de sus modalidades para incentivos, el del manejo de bosques naturales con fines de protección y provisión de servicios ambientales. La modalidad de protección incluye cinco tipos de proyectos: Protección de bosques para fuentes de agua; protección de bosques para conservación de diversidad biológica; protección de bosques para ecoturismo; protección de bosques para sitios sagrados, y protección de bosques para conservación de germoplasma. Esta última modalidad, junto a las de manejo de bosques naturales con fines de producción de semillas forestales; y la modalidad de manejo de plantaciones forestales voluntarias registradas como fuentes semilleras, son de los avances más importantes para incidir en la conservación y uso sostenible de los recursos genéticos forestales del país (INAB, 2020).

El programa PROBOSQUE ha reportado entre los años 2017-2022, la adjudicación de incentivos para 7,077 proyectos, en la modalidad de Manejo de Bosques Naturales con fines de protección y provisión de servicios ambientales, cubriendo un área de 109,513.47 ha. (INAB, 2022a).

En Guatemala el valor cultural de los recursos forestales está asociado al conocimiento tradicional, y las prácticas ancestrales de los pueblos Mayas (21 etnias) y Xinca. Dentro de esta interculturalidad, existen los sitios sagrados, que constituyen espacios donde se practican los valores culturales e identitarios de los Pueblos Indígenas; incluyendo las prácticas de espiritualidad, las filosóficas, y de generación de conocimiento. Dentro del Programa PROBOSQUE se incluyó también la modalidad de incentivos para la protección de los sitios sagrados.

En relación con la contribución de los RGF a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, en Guatemala están principalmente asociados a la seguridad alimentaria y desarrollo sostenible. Las experiencias que proveen información sobre el manejo sostenible de los recursos genéticos forestales, en las concesiones forestales de la RBM, son un ejemplo de la contribución de los RGF para reducir la pobreza y el hambre, y contribuir a la sostenibilidad medio ambiental.

Además de las experiencias en la RBM, El INAB ha establecido en la última década 15,038.62 ha de sistemas agroforestales. La oficina de la FAO en Guatemala desarrolló el sistema agroforestal Kuxur Rum en regiones vulnerables por la inseguridad alimentaria del Corredor Seco del oriente, y el Proyecto ProInnova promueve este tipo de sistemas, entre pequeños productores de café.

#### **1.4. Desafíos, prioridades, necesidades y limitaciones, para mejorar la valoración de la contribución de los RGF.**

En la última década no se identificaron avances dentro del Sector Forestal, que indiquen un aumento en la valoración de los RGF, desde la perspectiva del conocimiento de la variación genética de las poblaciones, y de la diversidad de especies forestales, que son empleadas por este sector en el país.

Dentro de los desafíos a la conservación de los RGF y su diversidad genética, también debe sumarse, el de conservar la base genética de los recursos genéticos, considerados no maderables del bosque en Guatemala, principalmente las palmas (*Chamaedorea*), la pimienta (*Pimenta dioica*) y el chicle, (*Manikara zapota*). Los productos no maderables del bosque, especialmente los que se encuentran en la Reserva de Biósfera Maya, constituyen una oportunidad de desarrollo para las comunidades que los manejan. Las bases de la metodología de su manejo pueden extenderse a otras áreas del país, para beneficio de más comunidades, y explorar opciones para mejorar su conservación y uso sostenible, mientras producen beneficios económicos y sociales (fuentes de empleo).

Guatemala tiene una base de diversidad forestal que necesita desarrollarse, considerando además de su valor económico, la cantidad y estructura de la diversidad genética de los recursos forestales, para reducir los peligros y la vulnerabilidad que entraña una base uniforme de especies únicas (Namkoong, 1986). En el primer informe sobre el estado de los RGF, se resaltó la vulnerabilidad que representa para Los RGF del país, que la oferta de productos maderables para el comercio interno y las exportaciones se obtenga de un número reducido de especies, que por décadas, ha impuesto sobre el género *Pinus*, la presión por la demanda de productos forestales (70% del volumen total demandado en el 2022). Es prioritario que el Sector Forestal trabaje con un mayor número de especies y que se hagan estudios de exploración de mercado

Se reitera la necesidad de priorizar la inversión en el fortalecimiento de capacidades y los conocimientos de genética, que deben acompañar a los procesos de manejo sostenible y producción de productos maderables.

Se necesita que los conceptos genéticos relacionados al manejo y ordenación del recurso forestal, se incluyan en los manuales técnicos, para que se lleven a la práctica en el campo.

Existe la necesidad urgente de priorizar la investigación sobre el estado de la diversidad genética de las poblaciones de pino en Guatemala, y de las especies priorizadas para proyectos industriales; especialmente de las fuentes semilleras, y de las plantaciones, de donde proviene el germoplasma para los programas de incentivos forestales del INAB, para evitar que se emplee germoplasma con una base genética estrecha.

Dentro de la valoración de la importancia de los RGF, los principios de la conservación de la biodiversidad: a nivel de ecosistemas, poblaciones, individuos y genes, deben de recibir el mismo nivel de valoración, que se le da a la valoración económica del recurso forestal.

Dentro de las limitaciones, en la última década no se evidencia un avance significativo en la valoración e importancia de los RGF, o de la conservación de su diversidad genética entre el sector forestal, los tomadores de decisiones, el sector académico o la población en general, por lo que se necesita promover estudios de valoración integral de los RGF, e incrementar la socialización de los valores ecosistémicos que proveen (provisión sostenible del agua, la estabilidad de los suelos y la prevención de los deslizamientos), especialmente en un país considerado con alta vulnerabilidad a los fenómenos climáticos extremos.

## 2. El estado de los bosques

La información oficial sobre el estado de los bosques, y árboles dispersos de Guatemala al 2023, (cuánto bosque hay, dónde está ubicado y cuál es su calidad), se está actualizando, desde el 2021, a través del Inventario Forestal Nacional (IFN), actividad liderada por el Instituto Nacional de Bosques, INAB, y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP; pero al momento de elaborar este informe, la información del IFN, aún no ha sido publicada.

En la última década, dentro del contexto nacional para describir el estado de los bosques, destaca la información generada con los mapas de cobertura forestal y su dinámica en los años: 2006-2010 y 2010-2016 (INAB et al. 2019, 2012). Esta información registró para el 2010 un 33.9% del territorio nacional con cobertura forestal y de 33.0% (3,574,244 ha) para el 2016. Las tasas de disminución de la cobertura fueron de 3.3% para la deforestación bruta, y de 0.5% para la deforestación neta. En cuanto a la distribución de la cobertura forestal: 51.4% se encuentra dentro de Áreas Protegidas y un 48.6% fuera de ellas (GIMBUT, 2019; INAB et al. 2019).

El INAB trabajó el mapa de cobertura y dinámica forestal del 2016-2020. En la Figura 3 se muestra este mapa, que indica que El Petén conserva la mayor cobertura, con un 45.5% del total del país, seguido por Alta Verapaz con 10.2%, Quiché con 7.6%, y Huehuetenango e Izabal conservan un 7% cada uno (INAB 2020).

**Figura 3.** Mapa de Cobertura Forestal 2020

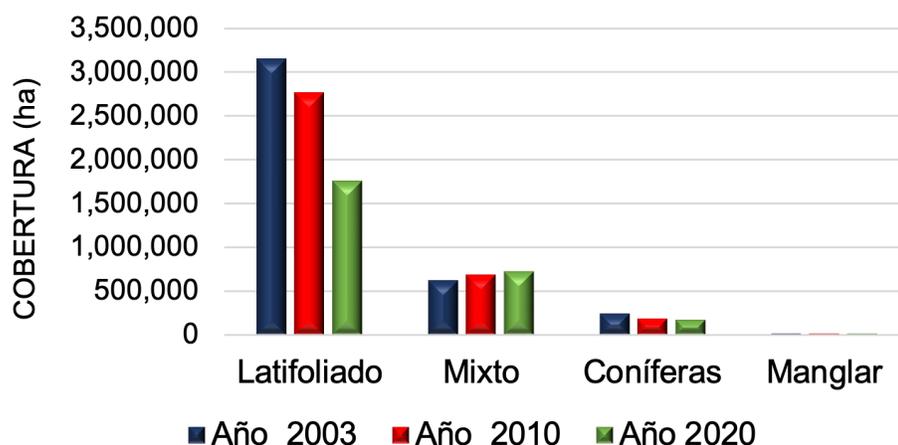


Fuente: INAB, 2020

En el primer informe sobre el estado de los RGF de Guatemala, se mencionaron los mapas de cobertura forestal y su dinámica, generados desde 1991-2001, 2001-2006, que han contribuido a visualizar la tendencia de la pérdida de la cobertura forestal en el país.

Los bosques de Guatemala se clasifican como: bosques latifoliados, de coníferas, mixtos y manglares. La extensión nacional (ha), por tipo de bosque, se muestra en la Figura 4, donde se observa que desde el 2003, el bosque con mayor pérdida de cobertura es el latifoliado, seguido por el de coníferas.

**Figura 4. Cobertura nacional por tipo de bosque del 2003-2020**



Fuente: Elaborado por Maselli, S. para este informe con datos de MAGA (2020)

El **INAB** reportó para el 2021 que la cobertura boscosa del 33% registrada en los mapas de cobertura forestal del 2010-2016, estaba distribuida por tipo de bosque de acuerdo a los datos generales que se presentan en el **Cuadro 3**.

**Cuadro 3.** Distribución del tipo de bosque por Departamento y área de cobertura (ha) al 2021

Tipo de Bosque	Distribución por Departamento	Cobertura (ha) en todos los Departamentos
<b>Latifoliado</b>	Petén	2.754,534
	Izabal	
	Alta Verapaz	
	Quiché	
<b>Coníferas</b>	Se extiende desde San Marcos y Huehuetenango, hasta Chiquimula y Zacapa	297,982
<b>Mixto Latifoliadas y Coníferas</b>	Distribuido en todos los Departamentos	522,028
<b>Manglar</b>	Zonas costeras de Guatemala	25,089
<b>Seco</b>	Chiquimula	411,016
	Zacapa	
	El Progreso	

Fuente: Elaborado por Maselli, S. para este informe con datos del INAB (2021a)

Los datos preliminares del Inventario Forestal Nacional, IFN, en el 2023 proporcionados por el Departamento de Manejo y Restauración de Bosques, para este informe, registran hasta septiembre, 2023, cambios en la cobertura (ha) de los bosques, respecto de los datos del 2021. Aunque los datos del Cuadro 4 son preliminares, y no son oficiales, son indicadores de la tendencia, en la última década, de la cobertura forestal por tipo de bosque.

**Cuadro 4.** Área de cobertura (ha) por bosque según usos de la tierra, y de plantaciones, datos preliminares del IFN 2023.

Tipo de Bosque	Area Total (ha)	%	Plantaciones	Area total (ha)	%
Bosque Natural Latifoliado	2,936,308.14	26.97	Plantación de Latifoliadas	125,467.32	1.15
Bosque Natural Conífera	177,757.81	1.63	Plantación de Coníferas	37,998.08	0.35
Bosque Natural Mixto	532,038.99	4.89	Plantación de Manglar	2,597.00	0.02
Bosque Natural Manglar	39,386.44	0.36	Hule	192,494.21	1.77
			Palma africana	149,513.91	1.37
			Sistemas agroforestales	299,748.56	2.75

**Fuente:** Elaborado con datos proporcionados para este informe por el Depto. de Manejo y Restauración de Bosques, INAB (2023)

La comparación entre los datos del Cuadro 3 y el Cuadro 4 para el bosque de coníferas, muestran una considerable disminución en la cobertura de 297,982 ha, a 177,757.8. Estos datos reiteran la presión por uso que se ha dado a las coníferas, especialmente al género *Pinus*, y la necesidad de priorizar la conservación de las poblaciones de pino en el país, así como de generar estudios sobre la estructura de sus poblaciones y sobre su diversidad genética.

El Cuadro 4 muestra también que el área que ocupan las plantaciones de hule, es superior (192,494.21 ha) al área que ocupa el Bosque natural de coníferas (177,757.81 ha), presentando una posible indicación de que se le está dando mayor importancia a las especies introducidas, de importancia económica, que a la conservación de los propios bosques naturales. La información de las plantaciones de palma africana (149,513.91 ha) se muestra para resaltar la tendencia actual de la cobertura por tipo de plantaciones, según los datos preliminares del IFN.

Los resultados del informe sobre la elaboración de los mapas de cobertura forestal y su dinámica (2010-2016) del INAB *et al.* (2019), así como los de área de cobertura por tipo de bosque en el país, reiteran la pérdida, principalmente por deforestación, de los recursos forestales del país.

La tasa de deforestación bruta ha incrementado en el período 1991-2016, de acuerdo a indicadores empleados para reflejar la dinámica de cobertura forestal, con la consecuente pérdida de los remanentes de bosque natural, incluso dentro de Áreas Protegidas (Sandoval, *et al.* 2022).

En el 2020, con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, el Instituto Nacional de Bosques, INAB; y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP, elaboraron las herramientas metodológicas y tecnológicas para realizar el segundo Inventario Forestal Nacional. El inventario tiene como objetivo actualizar la información sobre el estado de los bienes y servicios de los bosques y de los árboles fuera de los bosques a nivel nacional.

## 2.1. Tendencias que afectan los bosques y su manejo

Los estudios realizados a través de la serie Perfil Ambiental de Guatemala, por el actual Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología, IARNA, de la Universidad Rafael Landívar, han analizado de forma detallada los frentes y focos de deforestación, y sus causas, en los períodos 1991-2001; 2001-2006; 2006-2010; 2010-2016. Con estos estudios se ha demostrado cómo estos frentes de deforestación se desplazan hacia regiones (central, occidental y oriental), donde no se habían observado antes; y cómo de forma general, los focos de deforestación se han incrementado en el país (Sandoval, *et al.* 2022). Este estudio analiza también las presiones sobre los bosques, y señala como la tendencia de la pérdida acelerada de los bosques en Guatemala se mantiene.

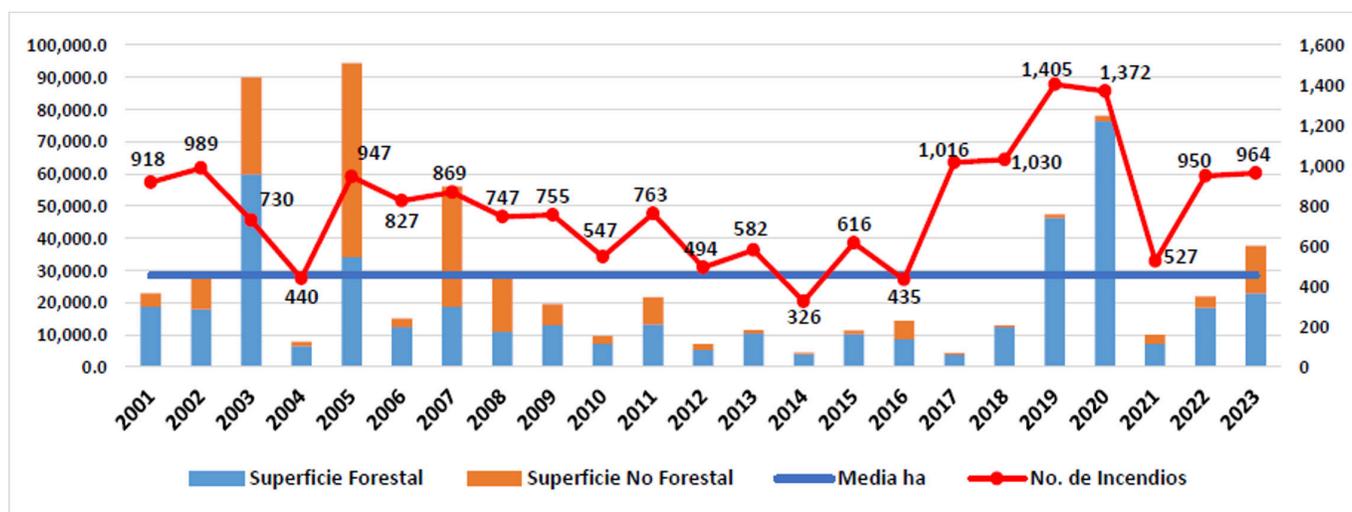
Las causas del aumento de la deforestación y las presiones, ya descritas en el primer informe sobre el estado de los RGF, se mantienen (avance de la frontera agrícola, demanda por leña, incendios, plagas y enfermedades, narcoactividad y actividad criminal que dificulta la vigilancia, dentro de Áreas Protegidas, tala ilegal, expansión de cultivos de palma africana en los Departamentos con mayor cobertura forestal). Los esfuerzos nacionales para frenar la deforestación se describen en la siguiente sección 2.1.1.

Además de la deforestación, los incendios afectan el manejo de los bosques. Dentro de los esfuerzos nacionales para abordar los incendios forestales, se creó el Sistema de Información Geoespacial para el Manejo de Incendios en la República de Guatemala (SIGMA-1), conformado por instituciones del estado (CONAP, INAB, CONRED, MARN).

En Guatemala la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED, es la institución responsable de la atención de los incendios forestales. Junto al INAB, CONAP y MARN, coordinan actividades de prevención, detección, control y liquidación de incendios forestales. El Protocolo de atención a incendios forestales de la CONRED, establece que INAB también es responsable de los procesos de formación de capacidades (INAB, 2023d).

Los datos históricos de incendios en Guatemala del 2021 al 2023, reportados por el Departamento de Protección Forestal, PROFOR, del INAB, se presentan en la Figura 5, tomada del informe final institucional (INAB, 2023d). La figura muestra que desde el 2012, los años con mayor cobertura afectada por incendios fueron el 2019 y el 2020. En los últimos cinco años, a nivel de Departamentos, el más afectado por incendios fue El Petén, con un 59.4% del área total del país reportada. Para el período 2022-2023, el mayor número de ha afectadas (24,254) estaban dentro de Áreas Protegidas y 13,427 ha fuera de Áreas no Protegidas; en ese mismo período el tipo de bosque más afectado fue el mixto, con 13,938 ha. Estos datos según INAB, 2023d, hace necesario evaluar la organización y planificación interinstitucional para mejorar la prevención y preparación para la respuesta a incendios.

**Figura 5.** Datos históricos de incendios en Guatemala de los años 2001-2023.



Fuente: Tomado del informe final institucional 2023-2024. Departamento de Protección Forestal PROFOR (INAB, 2023d).

En cuanto a la prevención de problemas con plagas en los bosques de Guatemala, el INAB generó un nuevo sistema de mapas de susceptibilidad a plagas y enfermedades, para monitorear las áreas con mayor propensión. Los mapas registran las áreas de mayor probabilidad de ocurrencia para el descortezador del pino, plagas y enfermedades en bosques latifoliados y bosques de coníferas. El Sistema de Información Forestal de Guatemala, SIFGUA, proporciona información detallada sobre las principales plagas y enfermedades detectadas en la última década.

Para el período 2022-2023, el Departamento de Protección Forestal, PROFOR, del INAB, registró que las principales plagas forestales fueron: *Dentroctonus spp* con 385.91 ha afectadas; *Hypsipila grandella* con 293.04 ha; *Tropidacris cristata* con 221.61 ha; insectos de la familia *Geometridae* afectaron 83.0 ha; y el género de hongo *Ceratocystis sp.* Con 71.30 ha. El total de ha afectadas por estas plagas fue de 1,054.86 ha (INAB, 2023e).

Los tipos de bosque afectados entre el 2022-2023 por plagas fueron: Bosques de coníferas 784.59 ha (61%); Bosques de latifoliadas 435.94 ha (35.46%); Bosque Pino-encino 42.22 ha (3.43%), y Bosque de Pinabete 2.48 ha (0.20%). Por especie forestal, las más afectadas por plagas fueron: *Swietenia macrophylla*, *Pinus montezumae*, *P. oocarpa*, *P. caribaea*, *P. hartwegii* y *Gemelina arborea* (INAB, 2023e).

Esta información resalta la susceptibilidad del género *Pinus* al *Dentroctonus*, y la urgente necesidad de buscar soluciones para protegerlo.

Otras instituciones que trabajan con conservación *in situ*, como la Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala, ARNPG, elaboró también un Manual para la identificación, prevención y control de plagas y enfermedades forestales (ARNPG, 2018), especialmente del género *Pinus*, y de otras especies identificadas como importantes para el país.

## 2.2. Estrategias para reducir la deforestación

Desde el 2020, los esfuerzos interinstitucionales para mejorar el estado de los bosques se integraron a la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por deforestación, Degradación Forestal y Aumento de Existencia de Carbono (REDD+). La Estrategia (ENREDD+ 2020-2050), es uno de los principales instrumentos de política para la mitigación al cambio climático en el sector uso de la tierra y cambio de uso de la tierra y silvicultura (CGI, 2020).

La implementación de esta Estrategia pretende abordar las causas de la deforestación y degradación de bosques y aumentar la cobertura forestal. Las metas a alcanzar con la implementación de la estrategia son: Para el 2032 se espera que un 29% del territorio del país se encuentre cubierto por bosques naturales; que un 32% del territorio nacional se encuentre cubierto por bosques que generen bienes económicos y ambientales; y que la cobertura forestal, por medio de la restauración ecológica en tierras que tienen capacidad de uso para protección y conservación de bosques, se haya incrementado en un 3% (CGI, 2020).

La implementación operativa de la Estrategia se vincula con el nuevo programa de incentivos forestales del Instituto Nacional de Bosques INAB: PROBOSQUE, y con el Programa de incentivos para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal y agroforestal PINPEP, establecido en el 2007.

En el 2015, a través del Decreto Legislativo No. 2-2015 se creó el Programa de incentivos forestales PROBOSQUE, como un instrumento de política forestal, que implementa desde el 2017 el Instituto Nacional de Bosques, INAB, con una duración de 30 años.

El programa PROBOSQUE incentiva proyectos en las siguientes modalidades:

- Plantaciones forestales: Industriales (producción de madera), energéticas (producción de leña, biomasa), producción de hule, plantaciones registradas como fuentes semilleras
- Sistemas agroforestales
- Manejo de bosques naturales: producción (maderables y no maderables), producción de semillas forestales, protección (fuentes de agua, biodiversidad, ecoturismo, sitios sagrados, conservación de germoplasma.
- Restauración de tierras forestales degradadas: regeneración natural, bosques secundarios, bosques riparios, bosques degradados, bosque manglar.

Dentro de la modalidad de manejo de bosques naturales con fines de protección y provisión de servicios ambientales, destaca el tipo de proyecto denominado de protección de bosques para **conservación de germoplasma**, que tiene dentro de sus objetivos **mantener la diversidad genética** de la población de la especie (es) priorizada (as).

Dentro de la modalidad de bosques naturales de protección, producción, o restauración de tierras forestales degradadas, se ha desarrollado una herramienta técnica para evaluar el **estado de conservación**, a través de una **“Guía de identificación de bosques estratégicos”**. Esta guía contiene la descripción de los indicadores que deben emplearse para evaluar el estado de conservación de los bosques reconocidos por INAB: bosque latifoliado, bosque mixto (coníferas y latifoliadas), bosque de coníferas (incluyendo pinabete), bosque nuboso, bosque manglar y bosque seco (INAB, 2020).

La guía es una herramienta muy valiosa que puede emplearse por otras instituciones para evaluar el estado de los bosques en sus lugares de estudio y para tomar decisiones y desarrollar estrategias para la conservación de los RGF *in situ*.

Además de La Estrategia (ENREDD+ 2020-2050) y el programa PROBOSQUE, en la última década, el conocimiento del avance de la deforestación generó una mayor coordinación entre instituciones del Gobierno, las universidades, organizaciones comunitarias, organizaciones internacionales, y ONG´s para trabajar en el desarrollo de estrategias, programas y proyectos, con el objetivo de reducir la tasa de deforestación del país. Dentro de las iniciativas de coordinación se encuentran las siguientes:

- Desde el 2021 CONAP e INAB elaboraron la Estrategia para la Conservación, Uso sostenible y Restauración de los Bosques Nubosos de Guatemala, con el objetivo de priorizar acciones de conservación, investigación, divulgación, manejo forestal, control y monitoreo del bosque nuboso dentro y fuera de Áreas Protegidas (CONAP, 2021). El Bosque nuboso ocupa un 5% (537,423 ha) del territorio nacional en 19 departamentos.
- Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013-2024.
- Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal
- Estrategia Nacional para el Manejo y Conservación de Recursos Naturales en Tierras Comunales
- Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra, GIMBOT
- Plan de restauración de bosques de Ribera del Río Ocosito
- Alianza para la conservación de los bosques pino-encino de Mesoamérica
- Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal
- Mesa intersectorial de leña y energía
- Monitoreo y protección forestal

Dentro de este marco político-institucional, Guatemala atendiendo el Desafío de Bonn, sobre la restauración del paisaje forestal, se comprometió a restaurar 1.200,000 ha para el 2030 (CCAD, 2021). El Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente, MARN, el INAB y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN, dan el seguimiento a esta iniciativa en Guatemala, a través del proyecto “Barómetro de Restauración”. El Barómetro es una herramienta de evaluación, flexible, que IUCN puso en marcha, con el objetivo de recoger y aportar pruebas de los avances, las oportunidades de colaboración, y los desafíos, en el progreso de las acciones de restauración del paisaje forestal y agrícola (IUCN, 2021).

El uso de nuevas tecnologías como los Vehículos Aéreos No Tripulados (drones), se están empleando para el monitoreo y protección forestal, así como en proyectos específicos (INAB, 2019), para monitorear procesos de reforestación en Baja Verapaz, y Quiché. El Centro Universitario de Oriente, CUNORI-USAC, lo emplea en una de sus carreras para desarrollar metodologías de inventarios forestales, y el CECON/USAC reportó un proyecto con el uso de drones para monitorear la degradación forestal del ecosistema manglar (Anexo 2).

### **2.3. Proyectos de restauración del paisaje forestal, y consideraciones genéticas**

Además de los programas de incentivos forestales PINFOR, PINPEP Y PROBOSQUE, y teniendo como marco la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal, en la última década se observó un marcado aumento a desarrollar iniciativas, actividades y estudios, relacionados con la restauración de bosques, ecosistemas y el paisaje forestal.

Uno de los productos de la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal, fue la elaboración de un mapa, que identifica las áreas potenciales para la restauración del paisaje forestal del país.

De los 85 proyectos reportados por las instituciones para este segundo informe, 31 son sobre restauración del paisaje forestal (Cuadro 13 y Anexo 2), y sólo 5 sobre estudios de diversidad genética. La tendencia de financiamiento y cooperación internacional, ha sido dirigida en la última década también a ese tipo de proyectos.

Todo proyecto de restauración parte del material reproductivo que se emplea, por lo que los aspectos sobre la calidad física, capacidad germinativa, y sanidad, son considerados como muy importantes. Igual de importantes son las consideraciones genéticas básicas, para que los objetivos de restauración se cumplan, en cuanto a la capacidad de los árboles para sobrevivir y persistir en las áreas restauradas.

Un ejemplo de consideración genética en cuanto a las semillas a emplear para los proyectos, y su recolección, es el siguiente: la semilla deberá provenir de poblaciones viables efectivas (500-5,000 árboles), si esta condición no existe, se deberán recolectar pocas semillas por árbol, pero de un número entre 15-60 individuos propios de los bosques naturales de las áreas a restaurar. Los experimentos de campo de procedencia-progenie para guiar estrategias de selección de semillas, también deberían ser parte de las actividades de restauración (Thomas, *et al.* 2014).

Cada institución y coordinador de proyecto deberá revisar y verificar si estas consideraciones están presentes en su planificación.

Es prioritario que las instituciones que están realizando este tipo de proyectos, o actividades, revisen los manuales técnicos, los de capacitación, los de establecimiento de viveros, producción de semillas, etc. para verificar que las consideraciones genéticas sobre el material vegetal (semillas, plántulas), estén incluidas en los manuales a emplearse en este tipo de proyectos, y las mismas sean entendidas y practicadas en campo.

## 2.4. Conservación de RGF, desafíos, oportunidades y necesidades

Los esfuerzos de conservación nacional de los RGF, se abordarán en el capítulo 6 sobre el estado de la conservación *in situ*. A continuación, se comentan los desafíos, las oportunidades, y necesidades que existen para mejorar el estado de los bosques.

Dentro de los desafíos, las instituciones consultadas mencionaron, la apertura de una línea específica de financiamiento para la conservación de bosques y RGF, dentro de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, SENACYT.

Como oportunidad para la conservación de los RGF, se ha sugerido adoptar el término de adaptación basada en ecosistemas, AbE (FDN, 2020 y MARN 2021). La implementación de actividades en relación a la adaptación basada en ecosistemas, está recibiendo actualmente financiamiento, por lo que debería aprovecharse esta oportunidad.

Las instituciones consultadas para elaborar el segundo informe, coinciden en que la principal necesidad para mejorar el estado de los bosques es la voluntad política para asignar mayor importancia y fondos a la conservación en general, de los recursos naturales y sus diferentes componentes: ecosistemas, biodiversidad, incluyendo sus recursos forestales y sus genes. Documentos como el de Sandoval (2022) hacen una detallada referencia a las necesidades políticas y metodológicas para asegurar que la industria forestal frene las presiones a los bosques naturales. El impulso a la sensibilización de la población para generar una cultura forestal, que incluya el reconocimiento integral a los aportes de los bosques, también fue identificado como prioritaria por las instituciones que proporcionaron información para este informe.

Es imperativo sensibilizar al sector forestal, instituciones que trabajan con recursos forestales, y población en general, de que el buen estado y la productividad de los bosques dependen de la estructura y la dinámica de su base genética (Namkoong, 1986). Desde esa perspectiva, el desafío para Guatemala es como Namkoong (1986) lo propone, ¿cómo producir y mantener una variación genética útil para la evolución continua, la mejora y la adaptación de los bosques a las exigencias humanas y ambientales?

La tendencia a una mayor coordinación interinstitucional que se ha observado para unir esfuerzos para reducir la deforestación, es una oportunidad para sensibilizar al Sector Forestal, y las instituciones que trabajan con recursos forestales sobre la necesidad de incluir en las estrategias para reducir la deforestación, las prácticas y procedimientos para conservar, además de los ecosistemas; conservar la diversidad genética de las especies forestales, empleadas en la producción forestal.

Dentro del marco conceptual y de propuesta de las principales estrategias (ENREDD+ 2020-2050) y programa PROBOSQUE, no se mencionan conceptos básicos como mantenimiento de la estructura genética de las poblaciones, o flujo de genes en los bosques naturales. Si se descuida la aplicación de estos conceptos, no puede asegurarse que el material reproductivo para establecer plantaciones (fuentes semilleras, rodales semilleros, o material vegetativo), para proyectos de reforestación, o restauración del paisaje forestal, contengan una base genética que asegure la permanencia de las especies en los bosques, a futuro.

Es interesante notar que las metas a alcanzar tanto desde la estrategia REDD, como la implementación del Programa PROBOSQUE, requerirán de cantidades considerables de material vegetativo, así como de semilla, es necesario que se verifique que los manuales y procedimientos técnicos consideren los principios genéticos básicos de la genética de poblaciones, el flujo de genes, la revisión de los métodos de reproducción, de la diversidad genética en los huertos semilleros, etc. La FAO (2023) tiene disponibles este tipo de consideraciones, en las guías sobre el material forestal reproductivo.

Existen ya herramientas y metodologías que se necesita se revise, si están siendo incorporadas en todos los proyectos de reforestación y restauración que se han implementado en la última década. Entre ellas se recomienda:

- Colectar y propagar el germoplasma de tal forma que se asegure una base genética amplia para las poblaciones de árboles que se quieran restaurar.
- Planificar sobre la fuente del material de propagación de las especies priorizadas, mucho antes del tiempo establecido para la siembra.
- Evaluar las condiciones actuales y futuras, en base a modelos predictivos de variación, para que coincidan las especies con la procedencia de las semillas.

Es necesario, debido a su interdependencia, que la conservación de los RGF y la ordenación sostenible de los mismos, se trabaje bajo objetivos armonizados en los bosques de producción, rodales de conservación genética, de acuerdo a los procedimientos recomendados (FAO, CSFD, IPGRI, 2001).

Para lograr los objetivos de mantener la diversidad genética en los bosques para **conservación de germoplasma**, del Programa PROBOSQUE, primero deberá conocerse la diversidad genética presente en las poblaciones meta, para conocer la distribución de la diversidad, y partiendo de esa información, priorizar los sitios de conservación. Será necesario hacer estudios morfológicos o moleculares para cumplir los objetivos del Programa PROBOSQUE, especialmente para la modalidad de protección de bosques para conservación de germoplasma.

Se necesita fortalecer las capacidades del personal técnico que trabaja con la conservación de los RGF, sobre genética de poblaciones y conservación genética en campo, para considerar este conocimiento en la planificación de su trabajo, así como en la metodología que se aplique para la conservación en campo; ya que el conocimiento de cómo la deforestación influencia los recursos genéticos, es estratégico para su conservación.

### 3. El estado de otras tierras boscosas

Según las directrices de la FAO para la elaboración de informes de país, el objetivo de este capítulo es ofrecer una descripción del estado de otras tierras boscosas y de árboles fuera de los bosques.

Las otras tierras boscosas que incluyen las de uso forestal, o sin ningún uso, abarcan en Guatemala plantaciones y árboles dispersos con una superficie de 332,982 ha. Las plantaciones forestales ocupan un total de 91,850 ha, que representan el 0.85% de la superficie nacional. En el país la categoría de árboles dispersos, se caracterizan por tener una densidad de copas inferior al 30%. Bajo estas condiciones, se han cuantificado un total de 241,132 ha, equivalentes al 2.21% de la superficie nacional (MAGA, 2020).

Las otras tierras boscosas, fuera de las que ocupan las plantaciones forestales, se encuentran en el país dentro o fuera de parques municipales, que sirven como sitios de recreación o actualmente, como áreas que están siendo objeto de restauración y reforestación.

Los parques y bosques municipales fuera de la capital están a cargo de las Oficinas Forestales Municipales, que han sido creadas y establecidas a través de acuerdos entre las propias Municipalidades y el INAB. Hasta el 2023 existen a nivel nacional 317 municipalidades que tienen una Oficina Forestal Municipal (314 en seguimiento y 3 nuevas creadas). Las actividades que realizan estas oficinas y a las que se les da seguimiento, son las siguientes: viveros, gestión descentralizada de aprovechamiento forestal de consumo familiar, licencias municipales, proyectos municipales en incentivos forestales, planes sanitarios, prevención y control de incendios forestales, manejo de astilleros-ejididos o tierras municipales, sistemas de control y vigilancia, políticas forestales o su equivalente (INAB, 2022a).

Las actividades coordinadas con las Municipalidades tienen el objetivo de fortalecer la gobernanza forestal local, para promover el manejo sostenible de los recursos forestales a nivel Municipal, así como el vínculo de los bienes y servicios del bosque con el desarrollo social, incrementando la legalidad mediante procesos de descentralización, control y vigilancia forestal, extensión, y otros (INAB, 2022a).

En la región de bosques de coníferas y mixtos, región del altiplano occidental, existen en total 12 Parques Regionales Municipales, 6 reservas comunitarias, y 7 zonas de veda definitiva (volcanes), sumando alrededor de 15,000 hectáreas bajo acciones de conservación (Helvetas, 2019). Este ejemplo denota la importancia para la conservación de los Parques Municipales.

#### 3.1. Actividades en áreas de árboles dispersos y otras tierras boscosas

En áreas urbanas los árboles dispersos proporcionan servicios ambientales, que no son lo suficientemente valorados. La capital de Guatemala tiene pocos parques y espacios públicos para la recreación, los árboles dispersos tienen gran importancia al proveer sombra y refugio y alimentación para las aves y otro tipo de fauna que aún existe en la capital. Otras contribuciones ambientales que señalan Livesley *et al.* (2016) para el arbolado urbano, incluyen: fuente de oxígeno, un importante sumidero de carbono y contribuir a disminuir la temperatura a nivel de microclima.

Debido al incremento de temperaturas por el cambio climático, en años recientes se ha incrementado el interés por establecer más espacios urbanos con árboles, y por desarrollar estudios sobre su importancia (Alanis-Rodríguez, *et al.* 2022).

La capital de Guatemala no posee áreas muy extensas de arbolado urbano, pero si tiene áreas verdes en plazas, jardines y sobre las calles y avenidas principales. La Oficina Forestal de la Municipalidad de Guatemala ha ordenado y documentado la información (mapas de distribución), sobre las especies forestales que emplea como ornamentales y para la restauración forestal en los barrancos que rodean la capital. Los criterios que emplean para la selección de las especies son los siguientes: especies nativas o exóticas, tipo de sistema radicular para especies a emplear en conservación de suelos, floración, tamaño (esbelto y vigoroso), resistencia a sequía, resistencia a plagas y enfermedades. Otra de las actividades que realiza esta Oficina es la de colecta de frutos y semillas de los árboles padre identificados en los diferentes parques, calles o avenidas, y en los barrancos alrededor de la ciudad, para emplearlos en sus propios proyectos.

En el Anexo 3 se presenta el listado completo de las 34 especies (5 exóticas, 29 nativas, 5 frutales) que la Municipalidad de Guatemala ha empleado, para sus proyectos de ornamentación y restauración forestal en barrancos, entre los años 2013-2023.

En el área metropolitana, la Fundación para el Ecodesarrollo y Conservación, FUNDAECO, trabaja en el establecimiento del Cinturón Ecológico Metropolitano con cuatro sitios, como el parque ecológico Cayalá y el parque Canajuyú, que proveen servicios ambientales, áreas de educación y esparcimiento para la población de la Ciudad de Guatemala, así como hábitat para especies endémicas y amenazadas. Dentro de sus programas está el de Barrancos de Bolsillo, que fomenta la restauración forestal en los barrancos alrededor de la capital (<https://fundaeco.org.gt/fe/barranco-de-bolsillo/>). Este programa lo realiza en colaboración con la Municipalidad de Guatemala, y otras instituciones internacionales.

La Asociación de Reservas Privadas de Guatemala, ARNPG, también ha contribuido al conocimiento de las especies forestales y arbustivas nativas, que se encuentran en la región metropolitana, elaborando un catálogo de plantas, que incluye información sobre su hábito, descripción botánica de las flores y frutos, y la distribución altitudinal y regional de las mismas (ARNPG, 2020). Además del catálogo, la ARNPG ha generado un listado de 473 especies ubicadas en 12 sitios de estudio, que incluyen a la capital y el municipio de Villa Canales; contribuyendo al conocimiento de la presencia y distribución de las especies en remanentes de bosque, y otras tierras boscosas.

El Centro de Estudios Conservacionistas, CECON, también realizó dos proyectos relacionados con el arbolado urbano y calidad de vida de la capital, y un proyecto relacionado con los servicios ecosistémicos urbanos en las ciudades de Quetzaltenango y la Antigua Guatemala (Anexo 2.4).

Las actividades de conservación de FUNDAECO y de generación de información de la ARNPG, son muy importantes, ya que no existen muchos estudios sobre el remanente de la diversidad que todavía existe en la capital. Estas áreas aún son importantes reservorios de la diversidad de especies de árboles remanentes en el área metropolitana, a las que no se les ha dado importancia, y no se les ha estudiado. En un futuro estas tierras boscosas, podrían aprovecharse para establecer áreas de conservación genética, dentro de un Programa nacional de conservación de RGF.

### **3.2. Desafíos y oportunidades para el uso de otras tierras boscosas**

Dentro de los desafíos para las otras tierras boscosas está la falta de valoración a los beneficios ambientales que proveen, y al potencial que tienen para ser usadas para la conservación de RGF, especialmente en la capital y cabezas departamentales del país. Estas áreas necesitan ser estudiadas para evaluar su potencial real como posibles áreas de conservación genética.

Las instituciones consultadas, mencionan como desafío la debilidad en la legislación en cuanto a permitir el corte de árboles plantados voluntariamente, sin valorar los servicios ambientales actuales o potenciales que brindan, de acuerdo con la ubicación del árbol.

Las otras tierras boscosas, dentro de un ordenamiento planificado de RGF, constituyen oportunidades para establecer plantaciones de conservación de genotipos, donde posteriormente se obtenga semilla para ser empleada en la reforestación y restauración forestal, tanto por las Municipalidades del área rural, como la del área metropolitana. Estas áreas tienen oportunidad para ser empleadas como parques recreacionales y de educación ambiental, y para sensibilizar a la población sobre qué son los RGF, qué implica la conservación genética, y cuál es su importancia para sostener a futuro, los bosques de Guatemala.

Los parques municipales en el área metropolitana son una oportunidad, como área de conservación genética; ya que el material genético que poseen puede ser manejado y conservado; mientras siguen brindando servicios ecosistémicos a la población.

Las instituciones consultadas ven la necesidad de crear y fortalecer la normativa, tanto a nivel municipal, como gubernamental, sobre el manejo de las otras tierras boscosas. Adicionalmente, se necesita generar una estrategia de manejo de los RGF en otras tierras boscosas, y generar investigación sobre el potencial e importancia de estas áreas.

#### **4. El estado de la diversidad entre los árboles y otras especies de plantas leñosas**

En el 2023, el INAB registró 960 especies reportadas como oficiales (Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicación), y son parte de la diversidad de los recursos forestales del país. La información sobre cada una de estas especies puede ser consultada en los registros del INAB (<https://consultaespecies.inab.gob.gt/>).

Los datos preliminares del Inventario Forestal Nacional, (2023) proporcionados por el Departamento de Manejo y Restauración de Bosques, para este informe, registran hasta septiembre, 2023: 81 familias y 479 especies forestales. Estos datos aún no son oficiales, pero evidencian la riqueza y diversidad de especies forestales que tiene el país y el potencial que existe para desarrollarlas.

En lo que respecta al uso de las especies en el país, en el cuadro 5 se presentan las que se utilizan en el contexto forestal, y que fueron priorizadas por INAB para leña y para las modalidades relacionadas al programa PROBOSQUE.

Una de las tendencias más importantes en la última década, es el aumento de especies que el Programa PROBOSQUE del INAB ha priorizado y ha recomendado. La lista de 43 especies del Cuadro 5, contiene 38 especies nativas y cinco exóticas. Esta lista contrasta con la reportada para el primer informe de las especies priorizadas para los programas de incentivos forestales del INAB, PINFOR y PINPEP, de solamente 10 especies.

El potencial de especies que tiene el país, incluidas las de mercado potencialmente desarrollado (13) y con potencial comercial (15), que fueron incluidas en el primer informe de país, necesitan ser impulsadas para ser empleadas en el Sector Forestal y reducir la presión sobre los pinos y latifoliadas de mayor uso actual.

Los datos preliminares del Inventario Forestal Nacional, (2023) proporcionados por el Departamento de Manejo y Restauración de Bosques, para este informe, registran hasta septiembre, 2023: 81 familias y 479 especies forestales. Estos datos aún no son oficiales, pero evidencian la riqueza y diversidad de especies forestales que tiene el país y el potencial que existe para desarrollarlas.

**Cuadro 5.** Especies priorizadas y recomendadas por **INAB** para uso de leña y para las categorías del Programa PROBOSQUE, que se consideran RGF.

No	Especie	Uso leña	Proyectos con fines industriales	Proyectos con fines energéticos	Proyectos de especies maderables en Sistemas Agroforestales	Para Sistemas agroforestales energético y forrajero
						Energético Forrajero
1	<i>Abies guatemalensis</i> Rehder		X		X	
2	<i>Acacia farnesiana</i>	X				
3	<i>Acosmium panamense</i> (Benth)				X	
4	<i>Alnus acuminata</i>	X				
5	<i>Alnus jorullensis</i> Kunth		X		X	
6	<i>Alnus spp.</i>			X		
7	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	X				
8	<i>Astronium graveolens</i> Jacq				X	
9	<i>Byrsonima crassifolia</i>	X				X
10	<i>Caesalpinia velutina</i>	X		X		X
11	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess		X		X	
12	<i>Cassia grandis</i>	X		X		X
13	<i>Casuarina equisetifolia</i>	X				
14	<i>Cedrela spp</i>				X	
15	<i>Cedrela odorata</i> L.		X			
16	<i>Cordia alliodora</i>		X	X		
17	<i>Cordia dodecandra</i> DC				X	
18	<i>Cupressus lusitánica</i> Mill	X			X	
19	<i>Dalbergia spp.</i>		X		X	
20	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa			X		X
21	<i>Diphysa robinoides</i>	X				
22	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Grisebach				X	
23	<i>Eucalyptus spp.</i>	X		X		X
24	<i>Gliricida sepium</i>	X				X
25	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.		X		X	
26	<i>Guazuma ulmifolia</i>	X				X
27	<i>Grevillea robusta</i>	X		X		X
28	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	X				
29	<i>Inga spp.</i>	X				X
30	<i>Juglans guatemalensis</i> Manning				X	
31	<i>Leucaena leucocephala</i>	X		X		X
32	<i>Liquidambar styraciflua</i>	X		X		X
33	<i>Pinus spp.</i>		X		X	
34	<i>Prunus capulí</i>	X				
35	<i>Quercus spp</i>	X		X		X
36	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda		X		X	
37	<i>Samanea Saman</i> Merrill				X	
38	<i>Swietenia spp.</i>		X		X	
39	<i>Tabebuia rosea</i>	X			X	
40	<i>Tecoma stans</i>	X				X
41	<i>Tectona grandis</i> L.f.		X		X	
42	<i>Terminalia oblonga</i>	X				
43	<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Sm.		X		X	

Fuente: Elaborado por Maselli, S. con información de INAB (2020)

## 4.1. Estudios de riqueza de especies

En la última década se han hecho esfuerzos para conocer más sobre la riqueza de géneros como el *Quercus*, que forma parte de los bosques pino-encino de Guatemala, y que se distribuyen a través de toda Centroamérica, con una alta importancia biológica y ecológica. La investigación realizada por investigadores del Centro de Estudios Conservacionistas, CECON, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC, ha generado un estudio, repartido en cinco fases, de los más completos, que se han realizado en el país. Este estudio aportó importante información sobre la diversidad, distribución y estado de conservación de las especies endémicas del género *Quercus* en Guatemala. Este género tiene gran importancia económica, social y para la seguridad alimentaria, por ser empleado para leña, especialmente en el área rural (85% proviene de bosques naturales, INAB, 2015), y estar asociado a hongos comestibles.

La revisión actualizada del género realizada por Quezada-Aguilar *et al.* (2016a) registró un total de 16 especies; distribuidas de la siguiente forma: Alta Verapaz tiene 15 de las 16 registradas, Baja Verapaz 14 de las especies, y Petén 4. En cuanto a la diversidad y distribución de encinos para Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa, se encontraron ocho especies y **cuatro nuevos registros** departamentales (Quezada-Aguilar *et al.*, 2016b). En los departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula se encontraron un total de 26 especies: 12 encinos blancos y 14 rojos. Para esta región del Oriente del país, el estudio registró **la ampliación de la distribución** de ocho especies de encino rojo y cuatro de blancos (Quezada-Aguilar *et al.*, 2018a).

En la región de Occidente: Quezada-Aguilar *et al.* (2018b) registraron 24 especies en Huehuetenango, con **dos nuevos registros**; en el Quiché registraron 20 especies con **ocho especies, como nuevos registros**. En esta región el 61% de las 28 especies registradas están en bosques degradados. 21 de las 28 especies están asociadas a bosques mixtos de pino-encino, 19 especies a bosque nuboso, y ocho especies en bosque de encinos. Para la región Central Rodas-Duarte *et al.* (2020) registraron 17 especies para el departamento de Guatemala, 14 para Sacatepéquez, 14 para El Progreso, y siete para Escuintla. Los cinco estudios del CECON/USAC reportaron también los hongos comestibles asociados a los encinos en las regiones estudiadas, resaltando el valor ecosistémico del género en el país. El listado completo de las especies de *Quercus* reportadas en estos estudios se encuentra en el Anexo 4.1.

Otros estudios realizados por la USAC, incluyen la identificación de 71 especies de árboles y 121 arbustos del ecosistema Bosque Nuboso, del Altiplano occidental. 59% de estas especies tienen usos locales. De las especies identificadas, 25 de árboles y 24 de arbustos son promisorias para ser empleadas para la restauración del paisaje forestal del ecosistema de Bosque Nuboso

El género *Dalbergia* fue también estudiado por otro equipo de investigadores de la Facultad de Agronomía de la USAC (Linares, *et al.* 2022), quienes han trabajado en el inventario de especies del género en Guatemala. Hasta el 2022 reportaron un total de 19 especies; 13 árboles y seis bejucos. Sus hallazgos amplían la distribución de *Dalbergia calderonii*, y encontraron dos especies nuevas; señalando la importancia del país para la diversidad del género, a nivel intraespecífico, y como reserva de diversidad.

Cuando se realizan nuevos estudios de riqueza de especies, se reportan nuevas, se amplía la distribución de las ya identificadas, y se establecen nuevos registros; lo que resalta la importancia de incrementar este tipo de estudios en el país.

## **4.2. Nuevos listados de especies**

En la última década la Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala, ha generado y actualizado listados de especies para los nodos que administra:

- Bosque seco Sierra de las Minas = 67 especies de flora, que incluyen especies arbóreas
- Nodo Manglar = 137 especies de flora, incluyendo especies arbórea
- Nodo Atitlán = 476 especies de flora, incluyendo especies arbóreas
- Nodo Cadena Volcánica Central = 36 especies de flora, incluyendo especies arbóreas
- Nodo Metropolitano = 476 especies de flora, incluyendo especies arbóreas.
- Nodo Verapaces = 106 especies de flora, incluyendo especies arbóreas

Guatemala posee una alta riqueza de especies forestales que necesitan ser estudiadas y su potencial como RGF necesita ser desarrollado.

## **4.3. Necesidades para conocer y conservar la riqueza de especies del país**

Se necesita promover más estudios e investigación sobre la riqueza de especies que posee el país. Estos estudios deben registrar o actualizar localidades de poblaciones de las especies de interés para estudios genéticos, y la información que se genere, debe estar accesible al público, para poder ser utilizada.

La riqueza de especies que tiene el país, necesita conservarse a través de la ordenación estructurada de los RGF, y a través del establecimiento de Unidades de conservación genética. Se necesitan estudios que generen información de calidad sobre especies vulnerables en ambientes cambiantes, y cuáles tienen mejor capacidad adaptativa a estos ambientes.

Tanto de parte de las Universidades como del INAB, debe trabajarse para solicitar que la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, SENACYT, abra líneas de investigación específicas, para estudios que fortalezcan la conservación, usos sostenible y desarrollo de los RGF.

## 5. El estado de la diversidad dentro de los árboles y otras especies de plantas leñosas

La diversidad dentro (intra específica) y entre (inter específica) de las especies forestales y especies leñosas, su importancia para la evolución y conservación de los RGF, sigue siendo uno de los temas menos estudiados en el país.

Los conceptos sobre los recursos genéticos forestales, y el entendimiento de la importancia de su aplicación para el manejo, uso sostenible, y su conservación, se evidencian en los pocos estudios realizados sobre la diversidad genética inter e intra poblacional de especies forestales, reportados hasta el 2012 (8 estudios); y para este segundo informe, hasta el 2023, de solamente seis estudios.

El cuadro 6 muestra los estudios realizados en Guatemala, y en colaboración con otras instituciones internacionales. Es de resaltar que tres de los cinco estudios fueron realizados por la Universidad de San Carlos de Guatemala, con fondos de la propia Universidad, a través de la Dirección General de Investigación, DIGI.

### 5.1. Información generada con estudios de diversidad genética

#### ***Pimenta dioica:***

Este estudio es el primero de la especie en Guatemala, e incluyó la determinación de la diversidad genética y la estructura genética de poblaciones silvestres (2 poblaciones de Petén) y cultivadas de *P. dioica* (5 poblaciones de Alta Verapaz), empleando marcadores moleculares RAPDs (ADN polimórfico amplificado al azar). Sánchez-Pérez, *et al.* (2021) reportaron la diversidad genética encontrada, como alta; siendo ligeramente superior en las dos poblaciones naturales.

#### ***Pinus:***

Barrios de León (2021) describe el estudio como básico y cuantitativo, describiendo parámetros de riqueza alélica y polimorfismo genético intrapoblacional de *P. oocarpa*, *P. tecunumanii* y *P. maximinoi*, en un bosque natural de pino de la microcuenca Río Punilá en Zacapa. Para el estudio se emplearon marcadores moleculares microsatélites (SSR) nucleares; reportando que las estimaciones de diversidad (Índice de Shannon) presentaron moderados índices de variabilidad en los individuos de las especies estudiadas.

#### ***Cedrela odorata***

El estudio se realizó con cuatro poblaciones de cedro, del Parque Nacional Sierra de Lacandón, en Petén, con el objetivo de determinar la diversidad genética de las poblaciones y establecer una colección núcleo *in vitro*. Se emplearon marcadores moleculares microsatélites (SSR). La diversidad genética reportada por Rivera-Ardón, *et al.* (2021) fue alta; pero el grado de endogamia fue significativo.

El estudio de la Universidad del Valle de Guatemala (Palmieri, *et al.*, 2016) analizó muestras de 15 sitios (7 sitios en la zona núcleo y 8 Concesiones Forestales) en la Reserva de Biósfera Maya. El estudio empleó marcadores moleculares microsatélites (SSR). Los resultados presentaron niveles de heterocigosidad observada (medida de la diversidad genética) menores a los esperados, indicando una posible diversidad genética baja.

## ***Swietenia macrophylla***

El objetivo del estudio de Méndez-Alarcón, *et al.* (2023) fue el de determinar si las actuales prácticas de manejo forestal comunitario en dos Concesiones forestales de la Reserva de Biósfera Maya, han afectado la diversidad genética de la caoba y su capacidad de regeneración. Se emplearon marcadores moleculares microsatélites (SSR) nucleares y se determinó que la diversidad genética es alta para poblaciones de Centro América, en las dos concesiones forestales estudiadas. No se encontraron diferencias significativas entre la diversidad genética de los árboles antes o después de la extracción de madera. Los niveles de endogamia fueron bajos y los de entrecruzamiento altos, en las dos concesiones forestales estudiadas (Carmelita y Cruce a la Colorada, AFFIC).

El estudio de la Universidad del Valle de Guatemala (Palmieri, *et al.*, 2016) con caoba, se realizó en los mismos sitios que el de cedro, descrito anteriormente. Este estudio empleó marcadores moleculares microsatélites (SSR). La heterocigosidad observada para la caoba fue menor que la esperada, indicando una posible diversidad genética baja.

Además del conocimiento sobre la diversidad genética de las especies estudiadas, con estos seis estudios, se enriqueció el conocimiento sobre las metodologías y marcadores moleculares empleados, así como de los alelos identificados en los individuos y poblaciones, y la distribución geográfica de los mismos. En algunos estudios la información provista es de carácter preliminar, ya que el número de individuos analizados, no eran suficientes para emplear los parámetros de diversidad genética; pero los resultados obtenidos son igualmente importantes, ya que identifican los alelos, con los marcadores empleados, característicos de las especies estudiadas.

### **5.2. Oportunidades, desafíos y necesidades**

El esfuerzo e importancia en los estudios reportados en el primer informe sobre el estado de los RGF, y los reportados en este segundo informe, radica no sólo en que se conoce la diversidad genética de las especies estudiadas, sino también, en que brindan la localización geográfica de posibles lugares para la colecta de germoplasma para ser empleada en un programa de conservación de los RGF. Esta información representa una oportunidad que facilitaría también la ordenación de los RGF y sus posibles categorías de conservación (Unidades de conservación genética, bosques de conservación genética, etc.), para las especies prioritarias a conservar, como es el caso de los pinos, cedro y caoba.

La existencia de laboratorios y especialistas que realizan estudios de diversidad genética con marcadores moleculares es una oportunidad para establecer alianzas para desarrollar una agenda de investigación y de estudios de diversidad genética de las especies prioritarias para la conservación. Estos laboratorios también podrían desarrollar la metodología, junto al INAB, para implementar el mejoramiento genético forestal, asistido con marcadores moleculares, aprovechando la capacidad instalada.

La elaboración de este informe constituye una oportunidad para establecer alianzas entre las instituciones que trabajan con recursos forestales en el país, y coordinar la agenda de investigación en RGF, dentro de un programa nacional de conservación. El desafío es que las oportunidades identificadas, generen acciones concretas para alcanzar esta meta.

Se necesita fortalecer capacidades en el conocimiento de la genética de poblaciones, y de los estudios de diversidad genética a nivel morfológico y molecular, así como en la interpretación de los resultados de los estudios moleculares para aplicarlos a los diferentes campos de la conservación de los RGF.

Es necesario considerar que los estudios de diversidad genética con marcadores moleculares, no miden el potencial adaptativo de las especies. Por lo que la conservación de los RGF no debe considerarse como la preservación estática o la maximización de la diversidad genética, sino debe tratar de preservar los mecanismos que mantienen esa diversidad genética en los bosques (Geburek y Turok, 2005). Sin embargo, no debe perderse de vista, que sin diversidad genética, la evolución de cualquier especie es imposible.

**Cuadro 6.** Estudios de diversidad genética con marcadores moleculares

Especie	Año	Institución	Lugar del Estudio	Tipo de estudio	Estado de la diversidad	Financiamiento
<i>Pimenta dioica</i>	2022	Centro Universitario de Zacapa, Universidad de San Carlos de Guatemala	Petén Alta Verapaz	Marcadores moleculares RAPDs	Alta en las siete poblaciones estudiadas	Dirección General de Investigación, DIGI, USAC
<i>Pinus oocarpa</i> <i>P. tecunumanii</i> <i>P. maximinoi</i>	2021	Centro Universitario de ZACAPA, CUNZAC Universidad de San Carlos de Guatemala	Microcuenca Río Puniá	Marcadores moleculares microsatélites nucleares (SSR)	Con el número de individuos analizados la diversidad genética reportada fue media para dos de las tres especies	Dirección General de Investigación, DIGI, USAC
<i>Cedrela odorata</i> L.	2021	Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala	Sierra del Lacandón Petén, Guatemala	Marcadores moleculares Microsatélites (SSR) nucleares	Diversidad genética alta en cuatro poblaciones, con niveles estadísticamente significativos de endogamia	Dirección General de Investigación, DIGI, USAC
<i>Cedrela odorata</i> L. Y <i>Swietenia macrophylla</i> King		Universidad del Valle de Guatemala	Áreas de zona núcleo y Concesiones Forestales de la Reserva de Biósfera Maya, Petén.	Marcadores moleculares Microsatélites (SSR)	Diversidad genética baja para ambas especies en los 15 sitios estudiados.	CONAP
<i>Swietenia macrophylla</i> King	2015-2017	Colaboración interinstitucional entre la Universidad del Valle de Guatemala, ACOFOP, Bioversity International, Instituto para la Investigación y el Desarrollo de Francia,	Reserva de Biósfera Maya, Petén.	Marcadores moleculares microsatélites (SSR)	Considerada alta para poblaciones de Centro América, en las dos concesiones forestales estudiadas. No se encontraron diferencias significativas entre la diversidad genética de los árboles antes o después de la extracción de madera. Los niveles de endogamia fueron bajos y los de entrecruzamiento altos, en las dos concesiones estudiadas (Carmelita y Cruce a la Colorada, AFFIC)	Programa Bosques, árboles y agroforestería (FTA), Donantes de Bioversity International (Gobierno de Italia) Agencia de Desarrollo Austriaca (ADA)

**Fuente:** Elaborado por Maselli, S. con información proporcionada por las instituciones para este informe.

## 6. Conservación *in situ* de los Recursos Genéticos Forestales

La base teórica de la conservación de los RGF, debe considerarse como el intento de preservar grupos determinados de genotipos o poblaciones y sus diversas combinaciones de genes (FAO, FLD, Bioversity International, 2007). Este tipo de conservación implica el preservar los mecanismos que mantienen la diversidad genética (Geburek y Turok, 2005)

Considerando la base teórica de la conservación de los RGF, en la última década aún no se han hecho avances en una conservación planificada, que suponga la ordenación científica de las especies elegidas o prioritarias, o de sus poblaciones; o que se definan los objetivos de conservación *in situ* de los recursos forestales del país.

La conservación *in situ* de los RGF se asume dentro de la conservación integral de los ecosistemas, bosques y especies arbustivas, y la biodiversidad dentro de las Áreas Protegidas. El Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, SIGAP, está integrado por todas las Áreas y las entidades que la administran, según lo especifica la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89), con el objetivo de conservar, rehabilitar, mejorar y proteger los recursos naturales y la diversidad biológica del país. El órgano rector del SIGAP es el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP.

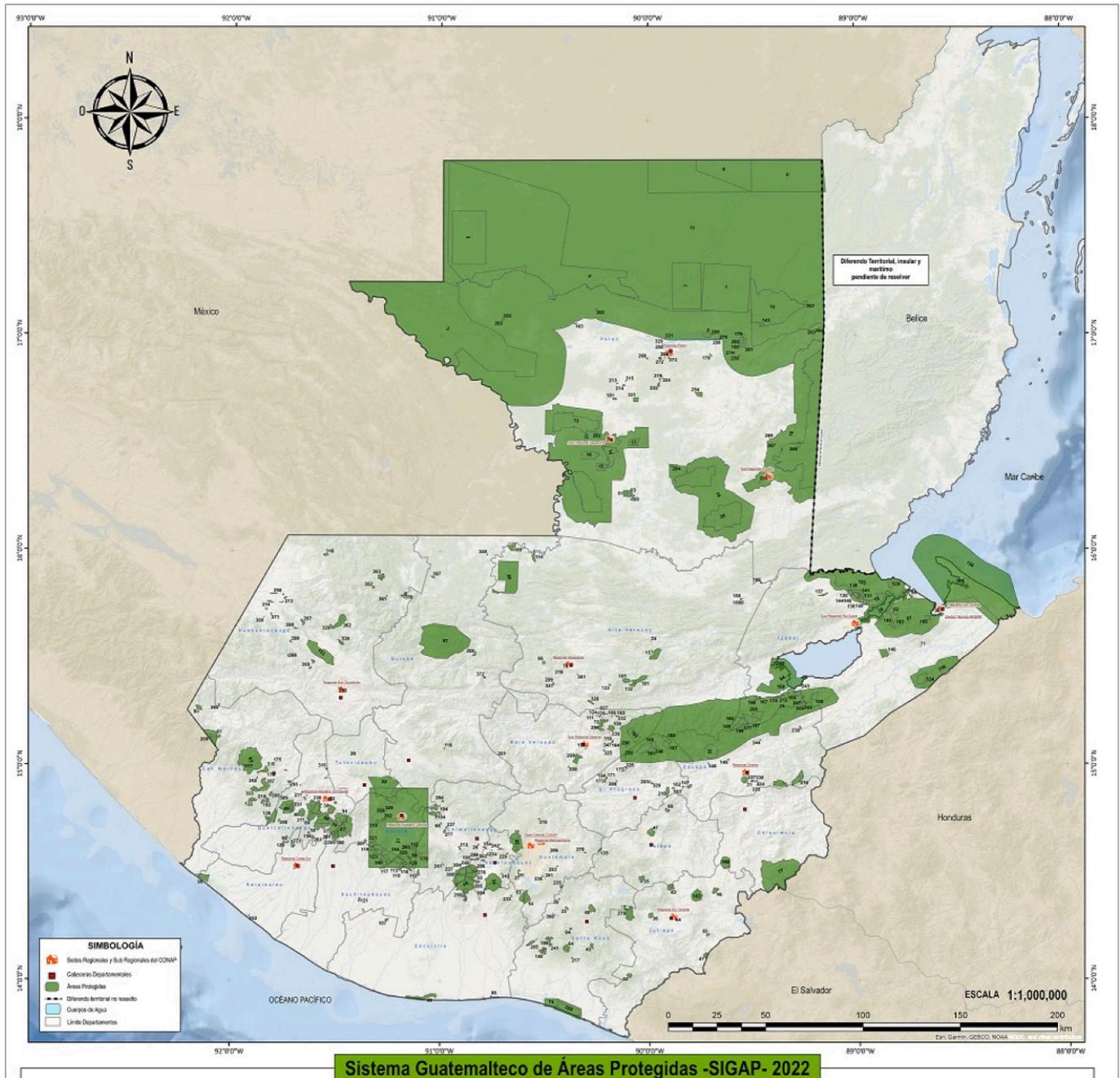
Para marzo del 2022 el SIGAP registró 348 Áreas Protegidas, 55 más de las 293 reportadas para el 2010. Estas nuevas Áreas se incluyen dentro de 17 categorías de conservación (Parque Nacional, Reserva Biológica, Biotopo Protegido, Monumento Cultural, Monumento Natural, Refugio de vida silvestre, Área de Usos Múltiples, Reserva Hídrica y Forestal, Reserva Productora de Manantiales, Reserva Forestal Protectora de Manantiales, Reserva Forestal Municipal, Parque Recreativo Natural Municipal, Parque Regional y Área Natural Recreativa, Parque Regional Municipal, Reserva Natural Privada, Reserva de la Biósfera). El mapa con las Áreas Protegidas que conforman el SIGAP, se muestra en la Figura 6.

Además del CONAP, existen otras instituciones que coadministran Áreas Protegidas, con o sin representatividad dentro del SIGAP. Mediante resolución número 01-18-2007 se aprobó el reglamento de coadministración de Áreas Protegidas del SIGAP.

La función de las instituciones que coadministran las principales Áreas Protegidas del país, en la conservación *in situ*, se describe a continuación:

- **Defensores de la Naturaleza, FDN**, coadministra cuatro Áreas: Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic, Parque Nacional Sierra del Lacandón Parque Nacional Naciones unidas. Estas áreas representan 13.96% de la cobertura forestal del SIGAP, y el 4.30% del territorio nacional.
- **Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación, FUNDAECO**, maneja y coadministra más de 26 áreas naturales protegidas.
- Otra de las modalidades de conservación *in situ* que existe en el país es la que ha implementado la **Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala, ARNPG**. En la última década esta Asociación ha registrado 90 reservas dentro del SIGAP y ha registrado 46 reservas, como reservas voluntarias; sumando un total de 136 reservas. Estas son reservas naturales privadas, individuales y comunitarias, que aportan otras modalidades de conservación para el país; con el objetivo de conservar y manejar de forma sostenible los recursos naturales de Guatemala.

- El Sistema Universitario de Áreas Protegidas, SUAP, administrado por el Centro de Estudios Conservacionistas, CECON/USAC, de la Universidad San Carlos de Guatemala, administra siete Áreas Protegidas (4 en Petén, 1 en Izabal, 1 en Baja Verapaz y 1 en Santa Rosa), que cubren juntas 140,000 ha. De estas Áreas, 6 tienen categoría de Biotopo Protegido y 1 de Reserva Natural.
- La cooperación internacional, los propietarios individuales y colectivos como las cooperativas, y las comunidades, a través de la conservación y manejo de los bosques en tierras comunales, también participan de la conservación *in situ* del país.



**Figura 6.** Mapa de las Áreas Protegidas dentro del SIGAP al 2022.

Fuente: CONAP, 2022

Según los datos de la cobertura forestal del país un 51.4% se encuentra dentro de Áreas Protegidas (GIMBUT, 2019; INAB *et al.* 2019). Este dato resalta la importancia que tiene el SIGAP y las instituciones que coadministran estas Áreas, para la conservación de los RGF.

Dentro de las tendencias en la última década, las instituciones que coadministran las Áreas Protegidas han generado nueva información para agregar especies a sus listados de flora, incluyendo las de especies forestales. Esta actividad y otras realizadas para mejorar la conservación *in situ*, se describen a continuación:

#### **Fundación Defensores de la Naturaleza, FDN:**

Ha generado listados e identificado especies forestales para: la Reserva de Biósfera, Sierra de las Minas, y el Parque Nacional Sierra del Lacandón (2500 especies forestales); el Refugio de vida silvestre Bocas del Polochic, y ha participado junto a otras instituciones internacionales, en la implementación de ocho proyectos relacionados con recursos forestales.

#### **Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. CECON/USAC**

El Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, además de gestionar siete áreas protegidas, también lleva a cabo investigaciones sobre la diversidad biológica en distintas regiones del país. En cuanto a los estudios relacionados con la flora, estos han sido realizados por el personal de las unidades de investigación del Jardín Botánico y del Centro de Datos para la Conservación.

Las investigaciones del Centro de Datos CDC/CECON-USAC, realizadas en los últimos 10 años han contribuido al conocimiento florístico del país. Estas investigaciones se han realizado en sitios con distintos tipos de vegetación: por ejemplo, en los humedales de tierras bajas del Petén, en el Parque Nacional Laguna del Tigre; en los bosques tropicales de los Biotopos Protegidos: Naachtun- Dos Lagunas, San Miguel La Palotada-El Zotz, Cerro Cahuí, así como en los Parques Nacionales: Mirador-Río Azul, Tikal (en la Reserva de Biósfera Maya) y Laguna Lachuá en Cobán. También se trabajó con bosques tropicales en la Finca Xibalbá, en Barillas Huehuetenango (Barrios, 2022). En la Costa Sur, en la Reserva de Usos Múltiples Monterrico, se realizó un proyecto para actualizar el Plan Maestro de la RNUMM, en el cual se recabó información sobre la riqueza y diversidad florística de manglares y de otras comunidades costeras (Castillo *et al.*, 2012). Para los bosques nubosos, se recopiló información de la vegetación dentro del Biotopo del Quetzal y en su zona de amortiguamiento como parte de un proyecto de investigación sobre mamíferos menores (Grajeda, 2010).

Los investigadores del CDC/CECON-USAC también han obtenido información sobre la regeneración natural de bosques tropicales en tres Biotopos Protegidos de Petén: Miguel La Palotada El Zotz (BSMPZ), Naachtún Dos Lagunas (BNDL) y Cerro Cahuí (BICC) (García, 2015). Otro aporte sobre regeneración y restauración de la cobertura boscosa fue el proyecto sobre dispersión de semillas por murciélagos realizado por la Escuela de Biología, en la Ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, (López, 2016). Entre los estudios sobre servicios ecosistémicos que incluyen vegetación se puede mencionar el realizado en las ciudades de Quetzaltenango y Antigua Guatemala, donde se caracterizaron las especies de flora encontradas en espacios públicos (Castillo *et al.*, 2013). También existe uno más reciente sobre arbolado urbano en la ciudad de Guatemala (Castillo, 2022). Cabe indicar que todas las investigaciones mencionadas describen flora que incluye árboles, arbustos y otros estratos. En un trabajo colaborativo entre investigadores mexicanos y guatemaltecos (Escuela de Biología, el CDC/CECON-USAC) se logró la homologación de los tipos de vegetación de la Cuenca del Usumacinta, que abarca tanto territorio mexicano como guatemalteco (Meave *et al.*, 2021).

Las investigaciones del Jardín Botánico/CECON-USAC han realizado aportes valiosos a la conservación *in situ*. Han generado información sobre la fenología reproductiva de 10 especies de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos (Anexo 4). También han producido un catálogo carpológico para identificar árboles y arbustos de la Reserva de Biosfera Maya, herramienta útil para estrategias de restauración ecológica (Anexo 4.2). En el área de la Reserva de Biosfera del Trifinio, desarrollaron un proyecto sobre especies arbóreas de importancia, y establecieron viveros para especies en peligro. Han realizado también estudios que contribuyen al manejo de la caoba, para la Ecorregión Lachúa. En el área de Nueve Cerros, identificaron dicho sitio como un reservorio genético para esta especie de árbol. En la Costa Sur, en la Reserva de Usos Múltiples Monterrico, desarrollaron un proyecto de restauración ecológica participativa para el ecosistema manglar; y también realizaron un proyecto de monitoreo de la degradación forestal del manglar a través del uso de sensores remotos y drones. Otra línea de investigación del Jardín Botánico es la relativa a la actualización de la información sobre los encinos de Guatemala (*Quercus sp.*) habiéndose documentado un total de 32 especies hasta la fecha (Anexo 4.1).

Las investigaciones realizadas en la última década por estas unidades del CECON se describen en los Anexos 2, 2.1., 2.2, y 2.4, y las actividades relativas a la conservación de los Recursos Genéticos Forestales se observan en el cuadro 7.

#### **Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala, ARNPG:**

Ha generado nuevos listados de flora, incluyendo especies forestales y leñosas que se encuentran en las Reservas Privadas del Bosque Seco de Sierra de las Minas, reservas privadas en las Verapaces, Atitlán, cadena volcánica central y reservas de los Nodos metropolitano, Palajunoj y de Manglar.

La ARNPG ha hecho nueve estudios de vegetación y plan de conservación en nueve Fincas privadas, para la conservación y gestión sostenible de la Biodiversidad en el Nudo Metropolitano.

Las actividades relacionadas a la conservación de los RGF que las principales instituciones que coadministran Áreas Protegidas, han realizado en la última década, se describen en el cuadro 7.

Los proyectos realizados en la última década por las instituciones que coadministran las Áreas Protegidas se describen en los Anexos 2, 2.1, 2.2 y 2.4.

## 6.1. Evaluación de los RGF y su conservación dentro de Áreas Protegidas

**Cuadro 7.** Actividades de evaluación de los RGF y su metodología, nuevas actividades de conservación, y categorías específicas de conservación genética que realizan las instituciones que coadministran Áreas Protegidas.

Institución	Actividades de evaluación periódica de los RGF	Metodología de evaluación	Nuevas actividades de conservación	Categorías específicas de conservación genética <sup>1</sup>	Integrar la conservación genética a sus planes de manejo
CONAP	Si	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planes maestros</li> <li>Planes operativos anuales</li> </ul>	Si	No se han implementado	Si
Defensores de la Naturaleza	Si <ul style="list-style-type: none"> <li>Inventarios forestales</li> <li>Sistema de Parcelas permanentes de muestreo para estudio de captura y almacenamiento de carbono</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volúmenes</li> <li>Área basal</li> <li>Especies forestales existentes</li> <li>Abundancia y distribución por clase diamétrica (IVIS)</li> <li>Descripción de la captura, acumulación o almacenamiento de C en áreas de conservación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restauración activa y pasiva en áreas degradadas, áreas intervenidas por usurpación</li> </ul>	No se han implementado	Lo tienen contemplado
CECON/USAC	Si	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de SIG-CONAP sobre cobertura forestal</li> <li>Estudios de cobertura forestal y su dinámica 2016-2020.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación de incentivos forestales en Cerro Cahú,</li> <li>Planes de restauración RNUMM</li> </ul>	No se han implementado	No
Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala, ARNPG	No	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tiene para el futuro programados monitoreos anuales</li> <li>El estado de conservación se evalúa por número de ha bajo protección y número de especies encontradas en esas áreas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Creación de un Centro de Investigación</li> <li>Generación de información sobre caracterizaciones y perfiles de información</li> <li>Inventarios forestales</li> <li>Incentivos forestales</li> <li>Viveros forestales</li> <li>Nuevos programas de educación ambiental, gestión y conservación de la biodiversidad</li> <li>producción sostenible y manejo forestal</li> </ul>	No, pero se han establecido viveros forestales	Si, tienen contemplado incorporar la conservación genética a los programas institucionales

<sup>1</sup>Unidades de conservación genética, bosques de conservación genética, reservas genéticas, microreservas genéticas  
**Fuente:** Elaborado por Maselli, S. con información proporcionada por las instituciones para este informe

Dentro del SIGAP, aún no se definen objetivos, ni categorías específicas para la conservación genética; sin embargo, los esfuerzos que se realizan para la conservación de los recursos forestales dentro del SIGAP (Elaboración de planes maestros y planes operativos anuales para el manejo de las Áreas, así como metodologías de monitoreo de su manejo), son relevantes y han propiciado un incremento desde el 2010 de 293 a 348 Áreas Protegidas para el 2023 (Figura 6). Actualmente se trabaja en el proyecto de consolidación del SIGAP, con el objetivo de aumentar el número de Áreas bajo su manejo (CONAP, 2022).

Dentro de la Reserva de Biósfera Maya, RBM, el CONAP integra la conservación *in situ* con el manejo de la diversidad biológica forestal, en las unidades de manejo de las 11 concesiones forestales ubicadas en la Zona de Uso Múltiple (ZUM), y 2 concesiones a empresas industriales. Dentro de la ZUM, se permite el manejo de los recursos forestales (maderables y no maderables). Los planes de manejo en la ZUM incluyen: el manejo forestal para restauración, para producción, para protección, establecimiento de plantaciones forestales y sistemas agroforestales (CONAP 2022).

La coordinación que realiza el CONAP y la Asociación de Comunidades Forestales de Petén, ACOFOP, junto a las Comunidades a cargo de las Concesiones, ha generado un modelo de manejo de los RGF, que ha sido reconocido internacionalmente, como un ejemplo que combina la conservación y el desarrollo social de las comunidades.

Los estudios que se realizaron en la última década sobre la evaluación del estado de RGF, se hicieron en las Concesiones Forestales de la RBM. El estudio de Grogan *et al.* (2016) evaluó el estado de conservación de las cinco especies maderables más importantes: caoba (*Swietenia macrophylla*), el cedro (*Cedrela odorata*), el manchiche (*Lonchocarpus castilloi*), el pucté (*Bucida burceras*) y santa maría (*Calophyllum brasiliense*). Este estudio evaluó la recuperación

de las poblaciones de esas especies, durante los ciclos de corte después de la extracción, empleando modelos recientes de la dinámica de poblaciones. Los resultados indicaron que la extracción de la madera en la RBM es sostenible; y que a los niveles actuales de extracción, las poblaciones de estas especies recuperarán sus densidades y volúmenes comerciales iniciales, durante los ciclos de corta, entre extracciones sucesivas.

Otro estudio relacionado con la conservación de los RGF *in situ* analizó los patrones de deforestación en la RBM entre el 2000-2013 (Hodgon *et al.*, 2015). Este estudio también concluyó que cuando la producción forestal estuvo certificada de acuerdo a estándares internacionales (FSC), esta metodología fue efectiva para mantener la cobertura forestal. El estudio indicó, que el manejo forestal certificado, ha mantenido la cobertura forestal de forma efectiva de  $\frac{3}{4}$  de la RBM, y proporcionó beneficios económicos para las comunidades locales.

El reporte de la FAO (2018) sobre las Concesiones Forestales de la RBM, y su contribución para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la mitigación del cambio climático, resalta los impactos sociales positivos de las Concesiones: al detener la migración, el avance de la frontera agrícola, la tala ilegal, y mantener el estado de conservación, de las poblaciones de las cinco principales especies maderables, evaluadas por Grogan *et al.* (2016).

Además de los estudios anteriores, se hizo un estudio para evaluar el impacto del manejo forestal sobre la diversidad genética de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en dos de las Concesiones Forestales de la RBM (Alarcón-Méndez *et al.*, 2023). Al igual que los estudios anteriormente descritos, el estudio genético, empleando marcadores moleculares microsatélites (SSR), mostró que la diversidad genética de las poblaciones de caoba estudiadas, no disminuyó después de un ciclo de corte, bajo las condiciones de manejo forestal comunitario, que practican en la Zona de Usos Múltiples de la RBM.

Los nuevos estudios y avances en la última década, reiteran la necesidad de abordar el estudio, conservación y uso sostenible de los RGF desde una perspectiva nacional e interinstitucional, que permita iniciar el proceso de definir los objetivos de la conservación, la ordenación de los RGF en Áreas Protegidas, la ordenación sostenible de bosques de producción y protección, la planificación cuidadosa del establecimiento de plantaciones forestales y la ordenación de las actividades de mejora genética forestal (Palmborg-Lerche, 2001).

## **6.2. Otros esfuerzos de conservación *in situ***

El programa PROBOSQUE, a través de la modalidad de manejo de bosques naturales con fines de protección y provisión de servicios ambientales, ha incorporado del 2017 al 2022, 109,513.47 ha, correspondiendo a un total de 7,077 proyectos (INAB, 2022). El mayor número de proyectos (3,423 y 1,783) corresponden a las Verapaces y Petén respectivamente; contribuyendo de esta manera a la protección *in situ* de los bosques naturales de nueve regiones (Metropolitana, Verapaces, Nor Oriente, Sur Oriente, Central, Sur Occidente, Nor Occidente, Petén y Costa Sur) regiones del país (INAB, 2022b).

A través del proyecto ProInnova, ejecutado por la empresa Agropecuaria Popoyán, S.A., se han elaborado inventarios y planes de manejo en bosques naturales de diferentes zonas climáticas para su conservación, protección y restauración *in situ*. Otra de las actividades del proyecto, es la actualización del listado de 125 especies leñosas de los bosques nubosos y mixtos del altiplano occidental.

Se han hecho estudios sobre priorización de áreas de conservación como el de Díaz y Quezada (2022), donde establece áreas prioritarias de conservación de Bosques Nubosos mediante análisis multivariado de *Quercus*.

### 6.3 Desafíos, oportunidades y necesidades de la conservación *in situ* de los RGF

El desafío más grande que mencionan las instituciones que realizan la conservación *in situ* en el país, es la falta de financiamiento para implementar nuevas actividades a sus programas, incluyendo lo relacionado con la conservación genética. Al no existir suficientes fondos, tampoco hay suficiente personal para encargarse de los temas específicos de conservación genética. Se necesita inversión para el fortalecimiento de programas de monitoreo a largo plazo en Áreas Protegidas, y otras áreas con cobertura de bosque natural.

Un desafío expresado por las instituciones que han participado en la elaboración del segundo informe, es que se incluya dentro de la normativa interna del SIGAP, el acceso a semillas y germoplasma en Áreas Protegidas, para ser aprovechadas.

En la última década, sigue estando vigente la necesidad de crear los espacios y foros de discusión con la participación de actores clave, para abordar el contexto teórico práctico, las categorías y estrategias que conlleva la conservación de los RGF *in situ*, desde una perspectiva que integre la conservación genética, y al mismo tiempo su uso sostenible y aprovechamiento.

El trabajo de conservación que realizan las instituciones que coadministran las Áreas Protegidas, según DFN, es una oportunidad para unir esfuerzos e incidir en la asignación del presupuesto nacional para atender la conservación *in situ*. También para exhortar a la cooperación internacional para abrir rubros de inversión, específicamente para la conservación de los RGF.

Otras oportunidades para mejorar la conservación *in situ*, identificadas por las instituciones, fueron: mercado de los bonos de carbono, incentivos fiscales, y pago por servicios ambientales.

Las instituciones que trabajan con la conservación *in situ*, mencionaron que se necesita generar más información sobre el estado de los RGF, para desarrollar estrategias que permitan conservar la diversidad genética, y mejorar el manejo forestal en Áreas Protegidas; así como asegurarse que las especies prioritarias, estén recibiendo la debida protección.

Se necesita evaluar el estado de conservación y ordenamiento de los RGF en bosques comunales, ya que juegan un papel muy importante en la conservación de los bosques naturales.

Dentro de las necesidades de información se identificaron las siguientes: Ecosistemas de bosques naturales del país, generación y actualización de los inventarios forestales ecológicos y de especies arbóreas.

El Monitoreo de las poblaciones de las principales especies maderables, estudiadas por Grogan *et al.* (2016), debe ser prioritario, para generar conocimiento sobre el resultado de la metodología empleada: aplicación de modelos de dinámica de poblaciones; y tener información de base para la conservación de estas especies en la RBM. Esta información permitiría avanzar en definir los objetivos de la conservación genética, priorizar las especies y definir la estrategia de conservación más apropiada para cada especie.

Las necesidades de fortalecimiento de capacidades fueron las siguientes:

- Fortalecer capacidades en los temas de ordenación forestal sostenible y su relación con la conservación de los RGF, tanto en Áreas Protegidas, como en plantaciones forestales.
- Fortalecer capacidades en temas como análisis de poblaciones y conectividad.
- Fortalecer los programas de participación y trabajo con las comunidades para que puedan tener acceso a los bienes y servicios derivados de la conservación y manejo de los bosques en otras Áreas Protegidas, fuera de la RBM.
- Aumentar estudios de restauración ecológica.

## 7. Conservación *ex situ* de los Recursos Genéticos Forestales

La complementariedad entre la conservación *in situ* y *ex situ* de los RGF, todavía no existe en el país. La conservación *ex situ* de los recursos forestales, que ha sido documentada en Guatemala, no se ha planificado o desarrollado de forma estructurada, como parte de un programa nacional de conservación de RGF.

Las únicas colecciones de especies nativas de pino (*Pinus tecunumani*, *P. caribaea*, *P. maximinoi* y *P. chiapensis*) conservadas *ex situ*, se encuentran todavía en el banco de conservación de genes, de la Universidad Estatal de Carolina del Norte, NCSU. La conservación de este germoplasma ha sido muy importante para que a través de la Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centro América y México (CAMCORE), el INAB como socio honorario de CAMCORE, recibiera semillas de segunda generación para sus ensayos de mejoramiento genético. La información sobre estos ensayos se detalla en el capítulo 9.

### 7.1 Esfuerzos de conservación *ex situ* en el país

Dentro de las tendencias en esta última década, el restablecimiento del Banco de Semillas Forestales, BANSEFOR, en el 2016, es una gran oportunidad para iniciar con actividades planificadas y priorizadas dentro de un programa de conservación de los RGF en Guatemala. El Banco ubicado en el Instituto Nacional de Bosques INAB, tiene actualmente como objetivos: el conservar, comercializar, propagar y mejorar el germoplasma forestal nativo de Guatemala.

El BANSEFOR realiza las siguientes actividades: monitoreos, colectas, beneficiado, almacenamiento y comercialización de semillas forestales de especies nativas y exóticas, con demanda para el Sector Forestal, y para los proyectos de reforestación. La capacidad instalada, del BANSEFOR incluye un laboratorio para certificar la procedencia de las semillas, realizar ensayos de germinación, y verificar la calidad de la semilla proveniente de las fuentes semilleras (Figura 8), siguiendo los procedimientos de la Asociación Internacional de Pruebas de Semilla (ISTA).

La semilla que maneja el BANSEFOR se certifica y se emplea en los proyectos de los programas de incentivos forestales de las siguientes modalidades: mantenimiento de plantaciones con fines industriales, restauración de tierras forestales degradadas, repoblación forestal autorizadas por Licencias de Aprovechamiento, y en el establecimiento de plantaciones voluntarias.

En los años 2022 y 2023, el INAB recibió apoyo de las siguientes instituciones y proyectos: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN; el Proyecto Integrando el Manejo Local del Paisaje en los Ecosistemas Priorizados del costa Sur de Guatemala, para la Mitigación y Adaptación de los efectos del Cambio climático, del Fondo de Desarrollo Verde (FDV) para la región SICA; de la Fundación Naturaleza para la Vida NPV, a través del Plan de Compensación del Parque Nacional El Rosario, PANER, y de la Municipalidad de Jalapa. A través de estos apoyos e iniciativas, se logró el mantenimiento y mejorar el funcionamiento del Banco de Semillas Forestales Central, BANSEFOR (Nieves, 2023).

Dentro de los logros alcanzados, a través del apoyo recibido de las instituciones y proyectos, el BANSEFOR, ha trabajado en la iniciativa de descentralizar sus funciones, estableciendo Bancos de Semillas Forestales en el interior del país (Nieves, 2023).

Los Bancos de Semillas Forestales que se encuentran actualmente en funcionamiento son:

- Banco de Semillas Forestales Central, BANSEFOR, ubicado en la ciudad de Guatemala.
- Banco de Semillas Forestales de Sayaxché, Petén (Fue inaugurado en el año 2022, e inició funciones en el 2023).

Según lo reportado por Nieves (2023), en este año se hicieron avances significativos para el establecimiento de dos Bancos de Semillas Forestales, que funcionarán en:

- Banco de Semillas Forestales del Altiplano de Guatemala, ubicado en San Cristobal Totonicapán, departamento de Totonicapán
- Banco de Semillas Forestales de Oriente, que se ubicará en el municipio de Jalapa, departamento de Jalapa.

Con el mejoramiento del Banco Central y el establecimiento de los nuevos Bancos de Semillas, se espera brindar un mejor servicio a los usuarios a nivel nacional.

Para este informe se reportó un proyecto de establecimiento de un Banco Comunitario de semillas forestales con el objetivo de abastecer de semillas y plantas para los proyectos forestales en 10 comunidades de Comitancillo, San Marcos. El proyecto fue ejecutado por la Asociación de Desarrollo Integral de Occidente, ADIPO, con financiamiento del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD.

El Departamento de Semillas y Recursos Genéticos Forestales del INAB ha participado en varias actividades relacionadas con la conservación *ex situ* de especies nativas y exóticas: la colecta de más de 900 muestras de semillas, registradas por familia y procedencia; con la que se ha conformado una colección base y activa, que se conserva en el cuarto frío del BANSEFOR, para los programas del INAB. En el cuadro 8 se detalla la actividad, y el número de especies, con las que ese Departamento ha trabajado en la última década.

**Cuadro 8.** Número de especies nativas y exóticas empleadas en conservación en cuarto frío y para mejoramiento genético; para ensayos genéticos, y especies empleadas en la caracterización de frutos y semillas.

Actividad	No. de especies nativas	No. de especies exóticas	Total especies
<b>Conservación y mejoramiento genético</b>	40	3	43
<b>Ensayos genéticos</b>	10	1	11
<b>Caracterización de frutos y semillas (ecosistema manglar)</b>	6	0	6
<b>Caracterización de frutos y semillas (especies forestales)</b>	30	0	30
<b>Caracterización de frutos y semillas (Guía técnica para restauración)</b>	25	0	25

Fuente: Elaborado por Maselli, S. con información proporcionada para este informe por la Inga. Harriet López del Depto. de Semillas y RGF del INAB, 2023

Las especies empleadas para las actividades descritas en el Cuadro 8, que han sido priorizadas para la conservación *in situ*, *ex situ* y el programa PROBOSQUE, se describen en el Anexo 7.

Del 2013-2023 los esfuerzos de conservación del Jardín Botánico Nacional, administrado por el Centro de Estudios Conservacionistas, CECON, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, incluyen la ampliación de la colección de semillas, no viables, pero sí de referencia, del *Index Seminum*. Actualmente la colección tiene 2500 ejemplares de 939 especies de semillas. Lo importante de esa colección de referencia es que tiene una base de datos con información relacionada a la distribución de las especies en Guatemala, su rango altitudinal, lugar de colecta, y sus usos.

El Jardín botánico ha trabajado con la perspectiva de la conservación *ex situ e in situ*, con especies potencialmente útiles para programas de restauración (9 especies), y en la fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos (10 especies). Dentro de estas especies también han trabajado en la germinación y producción de plantas alimenticias para el ave símbolo nacional, el quetzal, agregando un valor cultural a las especies estudiadas. El listado completo de especies se presenta en el Anexo 4.

La Universidad Rafael Landívar y el Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente, IARNA, tienen bajo su cargo el Arboreto Landivariano. Este arboreto tiene dentro de sus objetivos:

- Conocer, divulgar y conservar la biodiversidad de árboles y arbustos presentes en el campus central de la URL.
- Apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la universidad, y de la educación ambiental en general. Dentro de las perspectivas del arboreto está la de desarrollar un plan que permita darle más rigor científico a este parque botánico, para que cumpla con los estándares establecidos internacionalmente para un arboreto (IARNA, 2012). Otra de las perspectivas, a futuro, del arboreto es la de establecer bancos de germoplasma.

Hasta septiembre del 2023 (Castañeda-Salguero, 2023, comunicación personal), el arboreto conserva 67 especies identificadas: dos arbustivas y el resto arbóreas. 50 especies son nativas de Guatemala, y 17 son exóticas. El listado completo de las especies del arboreto se presenta en el Anexo 5.

## **7.2. Desafíos, necesidades y oportunidades para mejorar la conservación *ex situ* de los RGF**

La conservación *ex situ* de los RGF en el país, afronta los mismos desafíos que la conservación *in situ*; por la falta de una planificación estructurada de conservación, que promueva el desarrollo de un programa eficiente y sostenible; en el que se prioricen las especies a conservar, y la metodología que se empleará para hacerlo.

La articulación de esfuerzos interinstitucionales para establecer y mantener, por alrededor de 20 años, los ensayos o unidades de conservación genética *ex situ* de, las especies forestales de importancia actual y futura, ha sido un gran desafío.

Dentro de las oportunidades del trabajo conjunto entre INAB y CAMCORE, está la de aprovechar la generación del conocimiento por parte de CAMCORE, ya que dentro de los objetivos de la reintroducción de germoplasma a los países de donde provino la semilla, está el de restablecer poblaciones desaparecidas, o ampliar la base genética de procedencias intervenidas. Este conocimiento también abarca el seguimiento a la adaptabilidad del germoplasma reintroducido, al compararlo con el de las poblaciones nativas de la misma especie.

La reactivación del BANSEFOR, y el establecimiento de nuevos Bancos de semillas forestales regionales, así como la creación de Bancos forestales comunitarios, es una oportunidad para establecer una Red de Bancos de semillas, para coordinar y fortalecer las actividades de la conservación *ex situ* en el país; así como para aumentar el alcance y proyección de estas actividades en bosques naturales, que probablemente tengan especies con la mayor diversidad genética.

La existencia de arboretos universitarios, parques municipales, y espacios con áreas boscosas o árboles dispersos, es una oportunidad para que estos espacios se aprovechen, no sólo con una función educativa y de recreación, pero también como posibles áreas de conservación genética, dentro de un programa estructurado de conservación de los RGF.

Dentro de las necesidades para mejorar la conservación *ex situ* está la de mejorar la coordinación interinstitucional, para dar continuidad y sostenibilidad a los procesos de conservación en campo. Se necesitan acuerdos y convenios para que el BANSEFOR pueda establecer áreas de conservación genética para disponer de germoplasma con alta diversidad genética para los diferentes requerimientos de sus programas.

Se necesita fortalecer capacidades en el manejo de semillas en Bancos forestales y más personal para trabajar en la conservación *ex situ* en lugares estratégicos para la conservación de las especies prioritarias.

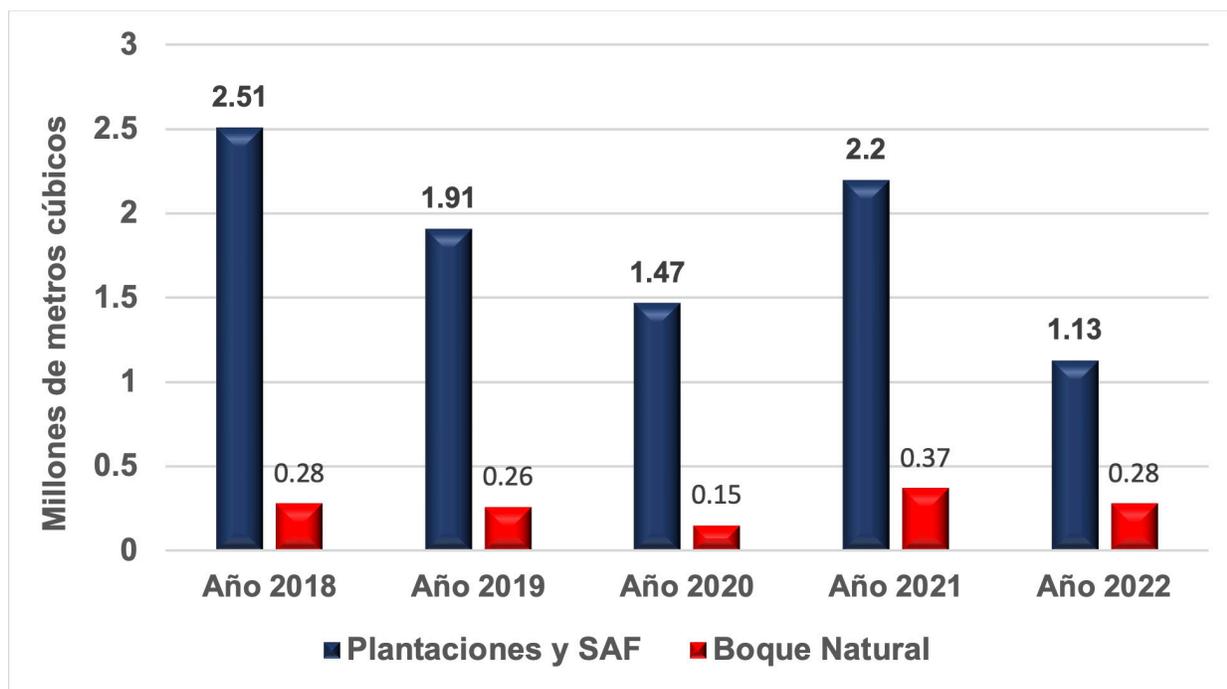
## 8. El estado de la utilización

### 8.1 Producción maderable y comercio forestal

En la última década a través de los programas de incentivos del INAB, tanto PINFOR como PINPEP, se ha registrado que más del 88% de la producción maderable, proviene de las plantaciones o sistemas agroforestales de esos programas (INAB, 2023 c). El INAB proyecta que con el programa PROBOSQUE, a través de sus modalidades, las plantaciones y sistemas agroforestales, mantengan una oferta sostenida de madera, después del 2050; reduciendo la presión sobre los bosques naturales (INAB 2020a).

La producción maderable registrada para los últimos cinco años, se ha mantenido en alrededor de los 1.9 millones de m<sup>3</sup> (entre leña y madera). En la figura 7 se muestran los registros del aporte a la producción maderable obtenida de las plantaciones y sistemas agroforestales de los Programas de Incentivos, comparada con los volúmenes obtenidos del bosque natural (INAB, 2023c).

**Figura 7.** Producción maderable en millones de metros cúbicos obtenida de bosque natural, plantaciones y sistemas agroforestales (SAF), del año 2018 al 2022.



Fuente: Elaborada por Maselli, S. con datos de INAB (2023c)

Las especies forestales empleadas para la producción maderable en los proyectos de PROBOSQUE y sus diferentes modalidades se presentaron en el Cuadro 4 del capítulo 4; donde se listaron 22 especies para el uso de leña; 12 para los proyectos con fines industriales, 10 para fines energéticos, 19 para proyectos de especies maderables en sistemas agroforestales, 13 para sistemas agroforestales energéticos, y 3 especies para forrajeros. El total de especies listadas fue de 43, de las que 38 son nativas y cinco son exóticas. En la última década se ha incrementado el número de especies utilizadas en el comercio maderable y comercio forestal, pero existe un gran potencial que debe desarrollarse.

El número de empresas dedicadas al comercio forestal, también ha aumentado en la última década (de 2,025 a 2,045). Los viveros forestales que proveen de material forestal reproductivo, pasaron de 69 a 94 empresas registradas en la última década.

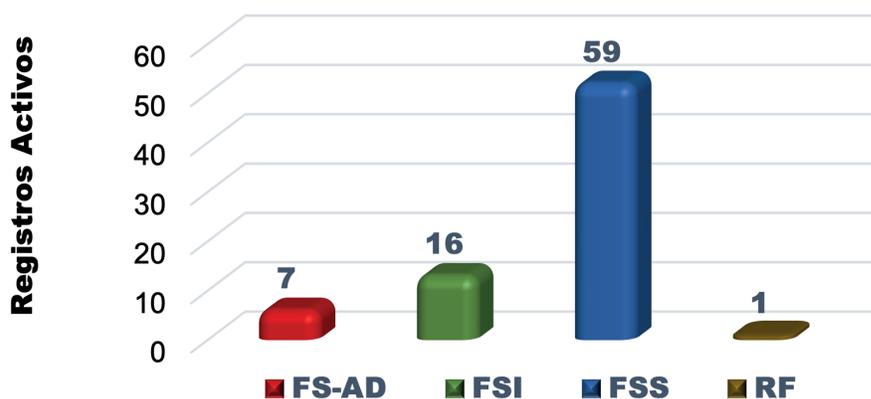
## 8.2 Producción y certificación de material reproductivo

En Guatemala el Departamento de Semillas y Recursos Genéticos Forestales certifica el material reproductivo (semillas forestales). Este Departamento ha elaborado la Guía práctica para la identificación y registro de fuentes semilleras forestales, que establece la base teórica que define los criterios técnicos, para la selección de árboles superiores, y para las áreas con potencial para la producción de semillas forestales; con el fin de comercializar la semilla seleccionada para el mercado nacional.

La figura 8 muestra el número de fuentes semilleras y material vegetativo activos en el Registro Nacional Forestal, según reporte del Departamento de Semillas y Recursos Genéticos del INAB, de septiembre del 2023. De estas fuentes se obtienen las semillas que el Departamento de Semillas y RGF solicita para:

- El establecimiento de plantaciones forestales, dentro del Programa de Incentivos Forestales PROBOSQUE.
- La modalidad de Plantaciones Forestales con fines industriales
- Para el establecimiento de la obligación de repoblación forestal, como producto del cumplimiento de una Licencia de Aprovechamiento Forestal.

**Figura 8. Registro de Fuentes Semilleras y Material Vegetativo, activos en el Registro Nacional Forestal**



FS-AD=Fuente Semillera de Árboles Dispersos, FSI=Fuente Semillera Identificada, FSS=Fuente Semillera Seleccionada, RF=Rodal Semillero  
Fuente: Elaborado. con datos proporcionados para este informe por el Depto. de Semillas y Recursos Genéticos Forestales del INAB, 2023

En la figura 8 se observa que la categoría de Fuentes Semilleras Seleccionadas (FSS), presentó el mayor número de registros, y la de Rodales Semilleros (RF), el menor. En la categoría de Fuentes Semilleras Seleccionadas (FSS), los departamentos de Alta Verapaz y Petén tienen el mayor número de registros (12 y 10 respectivamente).

Para la inscripción de fuentes semilleras del quinquenio 2023-2027, se han priorizado 12 especies (Anexo 8), con base en la demanda de semilla forestal certificada para el establecimiento de plantaciones forestales con fines industriales, en proyectos del programa PROBOSQUE y para compromisos de repoblación forestal (INAB, 2023f)

La capacidad instalada, del BANSEFOR incluye un laboratorio para certificar la procedencia de las semillas, realizar ensayos de germinación, y verificar la calidad física de la semilla que procede de las fuentes semilleras (% de germinación, % de pureza, contenido de humedad, y peso de 1000 semillas). El detalle de las actividades del BANSEFOR; incluyendo el establecimiento de nuevos Bancos de Semillas en el área rural del país, se describieron en el capítulo 7.

La empresa privada también produce semilla para abastecer el mercado nacional y exportar. El número de empresas y personas particulares inscritas en el Registro Nacional Forestal, que venden semillas forestales son 22. Estas empresas también pueden certificar y registrar fuentes semilleras ante el INAB. Para poder vender semilla, deben cumplir con los requisitos de la calidad de la semilla, establecidos en la normativa del INAB.

La producción nacional de semilla forestal no satisface la demanda, por lo que también se importa semilla. El reporte de 16 años (del 2003 al 2019) de la balanza comercial fue de US\$332,355.16, por el total de exportaciones de semillas, y de US\$449,606.71 por las importaciones (SIFGUA-INAB, 2023).

Los montos en dólares americanos (US\$) ingresados al país por exportaciones de semillas forestales, Cap. 12, según categoría de descripción del INAB, para siete años, se muestran en el Cuadro 9. Aunque no representan una gran fuente de ingreso para el país, comparada con otros productos forestales, evidencian un mercado potencial que podría desarrollarse, y constituye una oportunidad en la que debería invertirse investigación y fondos.

**Cuadro 9.** Ingresos en dólares americanos (US\$) por exportaciones de semillas forestales del 2013 - 2019.

<b>Año</b>	<b>Ingresos por exportación (US \$)</b>
<b>2013</b>	<b>34,225.00</b>
<b>2015</b>	<b>20,222.76</b>
<b>2018</b>	<b>20,043.16</b>
<b>2019</b>	<b>14,440.00</b>

**Fuente:** elaborado por Maselli, S. con datos de SIFGUA, INAB, 2023

El INAB también ha promocionado el establecimiento de viveros municipales y comunales (INAB, 2017) de más de 10 especies forestales, para reducir la presión del bosque natural de mangle. En el Departamento de Escuintla se logró la restauración de 32.45 ha de mangle, con la coordinación de las mesas locales de mangle y gobiernos locales de Escuintla.

La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala ha realizado un estudio sobre la viabilidad socioeconómica de la comercialización de semillas de *Abies guatemalensis Rehder*, como estrategia complementaria para la conservación de la especie. Este estudio señala que existe una noción equilibrada sobre la necesidad de conciliar la generación de ingresos económicos y la conservación de las poblaciones silvestres, entre los recolectores de semilla. El estudio concluye que se dan las condiciones adecuadas, para el diálogo político y para la formulación de una estrategia nacional para la comercialización de las semillas de esta especie (Prado-Córdova, et al., 2022).

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN, en coordinación con otras instituciones nacionales y Organizaciones no Gubernamentales, ONG´s, establecieron 23 viveros de especies forestales nativas de cada región del país, que produjeron en el 2015: 1,150,000 plantas a nivel nacional, para promover la recuperación de la cobertura boscosa (MARN, 2015).

La producción de material vegetal en los viveros del país, o provenientes de proyectos no está certificada.

### 8.3 Tendencias, desafíos, necesidades y oportunidades relacionadas a la utilización de los RGF

Para la sección de producción maderable y comercio forestal, los desafíos identificados fueron: que las iniciativas de conservación/protección del programa PROBOSQUE, en bosques naturales, no han tenido el manejo y seguimiento que demandan; por lo que se deben incrementar y asegurar las prácticas de manejo en el bosque natural.

Otro de los desafíos para las plantaciones forestales establecidas con los programas de incentivos, es que se use material genético de alta calidad, para garantizar una provisión sostenible, y que permita disminuir la presión sobre los bosques naturales.

Una de las oportunidades para la producción maderable y comercio forestal, es que se promueva la transformación secundaria de los productos de la madera, para disminuir la presión sobre los bosques naturales. Esto implicaría dejar de ser un país exportador de materia prima forestal, y avanzar hacia un país con un nivel avanzado en la industria de la madera.

La producción de semilla certificada sigue siendo un desafío, ya que la producción no supe la demanda nacional. Existe poco interés en el país por registrar áreas como fuentes semilleras; por lo que se necesita sensibilizar al Sector Forestal en este tema.

Dentro de los desafíos que presenta el cambio climático, se ha observado, según personal del INAB, que está afectando la fenología de las especies forestales en su producción de semilla. Se necesita actualizar el calendario fenológico y además se necesitaría comparar los resultados fenológicos con estudios de diversidad genética y evaluaciones de los niveles de endogamia.

Las instituciones que colaboraron con el informe mencionan que se han perdido rodales semilleros por problemas de gobernanza local, y por la expansión de la frontera agrícola.

A nivel de especies, las instituciones mencionaron que existen ya poblaciones naturales de pino, que no están produciendo frutos, entre ellas: en primer lugar el *Pinus caribaea*, seguido de *P. maximinoi*, *P. pseudostrobus*, y *P. ayacahuite*. El *Pinus caribaea* presenta además desafíos para su colecta y transporte por problemas de narcotráfico.

Los problemas que se han reportado de falta de producción de frutos o falta de semillas en fruto (*P. tecunumanii*), podrían ser el resultado del uso de semilla de poblaciones con altos niveles de endogamia, pero se necesitan estudios para verificar el origen del problema. Siendo el género *Pinus* el más demandado por el Sector Forestal, es prioritario invertir en cómo conservar la diversidad genética que aún queda en el país; lo que constituye un desafío para el Estado y las instituciones rectoras del Sector Forestal.

Dentro de las necesidades, las instituciones que participaron en la elaboración del informe, mencionaron que existe dificultad para registrar a nivel nacional los orígenes de las progenies, por lo que se deben actualizar o elaborar manuales sobre el tema. También reportaron la falta de lineamientos para la producción, certificación y comercio de semillas forestales. Se identificaron también problemas con la certificación de los rodales semilleros por falta de certificación de las tierras donde se ubican.

Se necesita fortalecer la producción de semillas y de fuentes semilleras, y que el INAB mejore los lineamientos para reforestar con semilla certificada. Además, se necesita aumentar las áreas de producción de semilla.

La capacidad instalada del Banco de Semillas, BANSEFOR, es una oportunidad que debe aprovecharse y fortalecerse, invirtiendo más fondos para equipo de laboratorio, para la colecta, beneficio y almacenamiento de las semillas, y para contratar más personal.

#### 8.4. Prioridades para la creación de capacidad y la investigación

Se necesita urgentemente realizar estudios sobre la diversidad genética del género *Pinus*, especialmente de las fuentes semilleras. Existen ya estudios realizados para el *Pinus ayacahuite*, que describen sitios idóneos para colecta de semilla en Cabricán, Quetzaltenango y en la zona núcleo de la Reserva Biósfera de las Minas (Maselli, 2011), esto es si el estado de las poblaciones ha permanecido (población mínima viable), similar a cuando se realizaron los estudios.

Se necesita crear capacidad en la implementación de las consideraciones genéticas en campo en cada fase del manejo de las fuentes semilleras certificadas, y revisar las guías actuales para asegurarse que los aspectos genéticos relacionados a la colecta de semillas, mantenimiento de las poblaciones mínimas viables, se estén cumpliendo en campo.

Se considera urgente establecer alianzas para la investigación con las universidades para hacer estudios morfométricos o moleculares, para determinar la diversidad genética de los rodales semilleros y las fuentes semilleras, para evitar la reducción de la base genética de las especies empleadas en los programas de reforestación y restauración de ecosistemas y paisajes forestales.

Se necesita realizar más investigación para el cultivo *in vitro* de las especies amenazadas.

Se necesitan acuerdos entre el CONAP e INAB para tener acceso a las semillas en Áreas Protegidas y para que la riqueza genética de las especies pueda ser utilizada, previa investigación sobre el posible uso de estas semillas. Se necesita hacer investigación para evaluar bancos de semillas en suelo y tener acceso a semilla de pinabete (*Abies guatemalensis*) ubicada en Áreas Protegidas.

Un desafío para la creación de capacidad es el de establecer dentro de las Universidades nacionales, una maestría o especialización en genética forestal, con el objetivo de formar genetistas nacionales.

## 9. Estado de los programas de mejoramiento y selección genética

En el país no se ha elaborado ningún documento oficial, relacionado al establecimiento de un programa de mejoramiento genético de especies forestales. Sin embargo, el Departamento de Semillas y Recursos Genéticos Forestales (RGF) del INAB, actualmente está a cargo de impulsar y coordinar los esfuerzos y procesos relacionados al mejoramiento genético en Guatemala.

Los procedimientos para el mejoramiento genético del Departamento. de semillas y RGF del INAB, incluyen: coordinar la búsqueda y localización de árboles semilleros superiores, por especie, en bosques naturales, georreferenciar su distribución natural; planificar la colecta de germoplasma, documentar la información de la colecta y del análisis de laboratorio sobre la calidad física de la semilla. El Departamento de Semillas y RGF también identifica sitios potenciales para establecer ensayos genéticos, y establece y monitorea los ensayos para mejoramiento y conservación; además proporciona asistencia técnica, para la producción de material de siembra (INAB, 2023).

Desde el 2003, INAB es miembro honorario de la Cooperativa Internacional para la Conservación y domesticación de los Recursos Forestales, CAMCORE; con quien, a través de un convenio de cooperación técnica, establecido con el INAB en el 2020, ha coordinado actividades de mejoramiento genético en el país, que se describen en el Cuadro 10.

### 9.1 Tendencias en las actividades de mejoramiento genético en el país

El INAB junto a CAMCORE han establecido ensayos de procedencia-progenie de las siguientes especies: *Tectona grandis* (teca), *Pinus tecunumanii* (pino de la sierra) y *Pinus maximinoi* (pino candelillo). La semilla mejorada por CAMCORE, para el establecimiento de los ensayos, fue reintroducida al país, desde las reservas de conservación *ex situ* de pinos que maneja CAMCORE, a través de los acuerdos establecidos por ambas instituciones, en el 2022.

Desde el 2021 otras instituciones nacionales participan junto al INAB y CAMCORE, en actividades de mejoramiento, a través de una Alianza para el mejoramiento genético, que incluye a las siguientes instituciones académicas: Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Universidad Rural, Escuela de Formación Agrícola (sede Cobán). Por parte de empresas forestales privadas se han sumado ACOFORSA, REVESA y Cañada Los Cocos. (INAB, 2021b).

Las actividades que realiza el Depto. de Semillas y RGF del INAB, dentro del proceso de mejoramiento, son las siguientes: selección fenotípica, colecta, beneficio, registro, reproducción, establecimiento y monitoreo de ensayos genéticos. Doce especies de importancia económica (Cuadro 10), se han empleado en el proceso de mejoramiento y ensayos genéticos en el país.

**Cuadro 10.** Especies de importancia económica (nativas y exótica) empleadas en ensayos genéticos coordinados por el Departamento de Semillas y RGF del INAB

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Origen	Año del ensayo	Lugar del ensayo	Instituciones que participan en el ensayo
1	<i>Pinus tecunumanii</i> <sup>1</sup>	Pino de la Sierra, Pino colorado	Nativa	2007, 2022, y 2023	San Cristóbal Verapaz y Cobán en Alta Verapaz San Jerónimo Baja Verapaz.	ACOFORSA, REVESA, Agropecuaria Los Cocos, CAMCORE e INAB
2	<i>Pinus maximinoi</i> <sup>1</sup>	Pino candelillo	Nativa	2007, 2022 y 2023	Cobán y San Juan Chamelco en Alta Verapaz. Villa Nueva, Guate.	ACOFORSA, EFAC, URL, ENCA, CAMCORE e INAB
3	<i>Pinus oocarpa</i>	Pino ocote, macho. Oocarpa	Nativa	2019	Villa Nueva, Guate.	ENCA e INAB
4	<i>Guaiacum sanctum</i>	Guayacán	nativa	2017	Masagua, Escuintla	Jaguar Energy e INAB
5	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Hormigo	nativa	2017	Masagua, Escuintla	Jaguar Energy e INAB
6	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Botoncillo Mangle blanco	nativa	2017	Retalhuleu, Retalhuleu	INAB
7	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba del Sur	nativa	2017	Masagua, Escuintla	Jaguar Energy e INAB
8	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> ( <i>Tabebuia donnell-smithii</i> )	Palo Blanco	nativa	2017  2022	Nuevo San Carlos, Retalhuleu  San Ramón el Juilín, Mazatenango, Suchitepéquez	Finca La Primavera, INAB  Pilonos de Antigua, Gremial Forestal, ANACAFÉ, CAMCORE, INAB
9	<i>Cedrela tonduzii</i>	Cedro de Montaña Cedrillo	nativa	2019	Villa Nueva, Guatemala	ENCA e INAB
10	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	nativa	2019	Villa Nueva, Guatemala	ENCA e INAB
11	<i>Tectona grandis</i> <sup>1</sup>	Teca	exótica	2022	San Miguel Panan, Suchitepéquez, Masagua, Escuintla y San José Petén	FAUSAC, Universidad Rural de Guatemala, ACOFORSA, CAMCORE e INAB.

<sup>1</sup>Ensayos realizados con semilla de segunda generación reintroducida a Guatemala a través del Convenio INAB- CAMCORE.

Fuente: Elaborado con información proporcionada para este informe por Inga. Harriet López del Depto. de Semillas y RGF del INAB.

Empresas privadas como Pantaleón, S.A., han trabajado en el desarrollo de clones de alta productividad para plantaciones energéticas, empleando semillas de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), procedentes de Brasil, Costa Rica y Colombia (INAB, 2019).

Una nueva iniciativa que coordina actividades entre la empresa privada (DEFORSA, Agropecuaria Popoyán, S.A. y la Escuela Nacional de Agricultura, ENCA), trabaja actualmente en el mejoramiento genético de seis especies de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*, *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. robusta*, *E. pellita* y *E. globulus*) y una de *Corymbia* (*Corymbia torreliana*). Con estas especies se estableció un huerto clonal, partiendo de injertos.

La empresa privada Inversiones Pasabien, S.A. se dedica a la venta de energía eléctrica; dentro de sus actividades, ha decidido promover el rescate, conservación y desarrollo de especies latifoliadas que se encuentran en estado vulnerable (por incendios forestales), en los bosques naturales que rodean a la Empresa, ubicada en Río Hondo Zacapa. Según comunicación personal con el Ing. Guillermo García, a cargo de esta actividad, actualmente se trabaja en el mejoramiento genético de las siguientes especies latifoliadas nativas: *Swietenia humilis* (80 progenies), *Tabebuia palmeri* (25 progenies), *Lonchocarpus rugosus*

(60 progenies), *Acosmium panamense* (60 progenies), *Cedrela fissilis* (44 progenies). La semilla para el mejoramiento genético fue colectada del bosque natural alrededor de la propiedad de la empresa, en Río Hondo Zacapa. Para la caoba de Oriente (*Swietenia humilis*) se estableció un huerto clonal, con injertos de 6.5 años, rescatados del bosque, y cubre 0.6 ha.

El objetivo del mejoramiento genético de la empresa Pasabién, S.A., es el de desarrollar una metodología que pueda replicarse por cualquier empresa en el país, como un ejemplo de contribución a la conservación de las especies y los bosques naturales. Esta iniciativa es además un ejemplo del establecimiento de un área de conservación genética *ex situ*; que cubre 8.6 ha. aproximadamente.

## 9.2 Desafíos, oportunidades y necesidades para el mejoramiento genético de los RGF

Uno de los desafíos pendientes para el país, es el de desarrollar un programa estructurado y oficial, de mejoramiento genético forestal; con el respectivo financiamiento, no sólo para formularlo, sino para que sea sostenible, vincule la capacidad instalada de las instituciones públicas y privadas, y realice los estudios necesarios con las especies que se prioricen.

Guatemala no tiene semilla mejorada para plantaciones forestales comerciales, orientadas a la industria competitiva de la madera, por lo que el trabajo en este tema, es otro de los desafíos que tiene el país.

Las estadísticas sobre demanda de especies forestales, registraron que en el año 2022, de las 5 especies con mayor demanda de la Industria Forestal a nivel nacional, las especies de pino representaron el 70%, mientras que la demanda de las mismas especies a nivel internacional representó el 98% (INAB, 2022); siendo Guatemala centro secundario de diversidad del género *Pinus*, el desafío más grande que tiene el país, es el de superar la falta de acción del sector gubernamental, para desarrollar sus RGF, siendo el género *Pinus* sólo un ejemplo, de cómo la base genética amplia de un centro de diversidad, no se conserva o desarrolla para todos sus usos potenciales.

Como país el invertir en un programa de mejoramiento genético del género *Pinus*, y del resto de especies latifoliadas nativas, es una gran oportunidad para el desarrollo económico del país, y si este programa se integra y coordina con el resto de las iniciativas, representaría también una oportunidad para la conservación *ex situ* y la implementación de categorías de conservación de los RGF de Guatemala.

La iniciativa de la empresa Pasabien, S.A. de invertir en un proyecto que genere un modelo de metodología, donde se integran el rescate, conservación y desarrollo, a través del mejoramiento genético, es una oportunidad para sensibilizar a la empresa privada de las opciones que se pueden desarrollar para integrar el aprovechamiento y la conservación en un solo lugar.

La base genética de muchas especies forestales es una oportunidad para desarrollarlas, pero su potencial debe evaluarse a través de estudios genéticos.

Se necesita sensibilizar al Sector Forestal, sobre el potencial de la base genética, que tienen las especies forestales en el país; tanto para conservación, como para aprovechamiento. Este potencial necesita ser estudiado, evaluado e integrado a un programa de mejoramiento genético, que se coordine con la conservación genética *in situ* y *ex situ*, y con los estudios de mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares.

Se necesita ampliar el listado de especies de importancia económica, e invertir en el mejoramiento genético de especies con potencial para el mercado; al mismo tiempo que se establecen para la conservación de la base genética: áreas de conservación genética dentro de Áreas Protegidas, bosques comunales, áreas recreativas, etc.

Se necesita que la mejora genética en el país, considere los derechos de las comunidades al libre acceso a los recursos genéticos del país.

Se necesitan recursos financieros para integrar un programa de mejoramiento genético eficiente y operativo, a fin de responder a la demanda de la industria forestal del país.

Adicionalmente, es urgente y prioritario formular otras opciones de manejo de los RGF como, por ejemplo, establecer un programa efectivo de reproducción asexual (clones), de especies prioritarias, de tal manera que se rescaten algunos de los recursos genéticos forestales en peligro de erosión genética.

## 10. Manejo de los Recursos Genéticos Forestales

La base teórica del manejo de los RGF, describe que su finalidad debe ser la de mantener las condiciones en que la composición genética de una especie, pueda continuar evolucionando, en respuesta a los cambios del medio ambiente (FAO, FLD, Bioversity International, 2007).

Dentro del manejo de los RGF debe considerarse la conservación genética en los procesos de planificación; prestando atención no sólo a los atributos de los ecosistemas, sino también a la diversidad a nivel de especies y genes (FAO, FLD, Bioversity International, 2007).

En Guatemala el INAB ha fomentado el manejo de los bosques naturales, a través de los incentivos y el mecanismo de Licencia Forestal. Para evaluar el manejo que estos bosques reciben, se han creado las guías de evaluación de planes de manejo forestal para producción, para manejo de árboles fuera del bosque, para saneamiento y para cambios de uso.

La descripción de las formas como se manejan los RGF en el país, y las instituciones u organizaciones que las realizan, se describen a continuación.

### 10.1 Bosques Naturales con manejo forestal sostenible

El Instituto Nacional de Bosques, INAB, es el órgano de dirección y autoridad competente del sector Público Agrícola, en materia forestal, a cargo de la administración de los bosques del país fuera de Áreas Protegidas, y dentro del SIGAP, en acciones coordinadas con el CONAP (INAB, 2017a).

En términos administrativos, el 48% de los bosques del país, son competencia del INAB y el 52% lo administra CONAP. En la gestión de los bosques a nivel local participan y juegan un papel fundamental instituciones de carácter regional o local como Municipalidades, Consejos de Desarrollo y Organizaciones Comunales entre otras (INAB, 2017a).

Para la protección y la recuperación de los bosques, el INAB ha desarrollado los programas de incentivos forestales. En la última década se mantiene el Programa de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal, PINPEP. En 1996 fue creado el Programa de Incentivos Forestales de Guatemala, PINFOR (Decreto 101-96) de la Ley Forestal. Según datos del SIFGUA (2023) el PINFOR reportó de 1998-2016 un total de 5,744 proyectos de reforestación, cubriendo 135,267.22 ha. Para el manejo de bosque natural, el PINFOR reportó un total de 160 proyectos, cubriendo 4,648.09 ha (SIFGUA, 2023). El PINFOR, tiene continuidad con el nuevo Programa de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala, PROBOSQUE, que fue creado en el 2015 y fue descrito en el Capítulo 2.

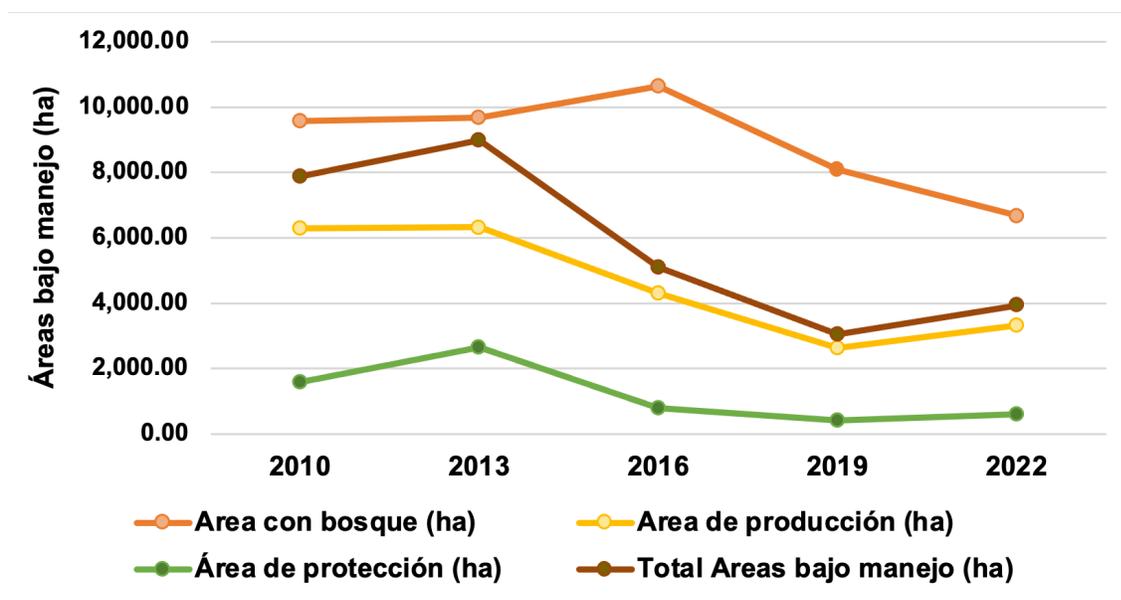
Dentro de la modalidad de manejo de bosques naturales, el programa PROBOSQUE abarca el manejo de bosques naturales con fines de producción, y el manejo de bosques naturales con fines de protección y provisión de servicios ambientales (protección de bosques para fuentes de agua, protección de bosques para conservación de diversidad biológica, protección de bosques para ecoturismo, protección de bosques para sitios sagrados, y protección para la conservación de germoplasma. En esta modalidad también se permite el registro de Fuentes Semilleras y la cosecha con fines comerciales (INAB, 2020).

Las boletas del estado de conservación de los bosques naturales con fines de protección y provisión de servicios ambientales, de restauración de tierras forestales degradadas, y de manejo de bosques naturales con fines de producción, previo a establecer propuestas dentro del programa de incentivos forestales PROBOSQUE, contienen consideraciones genéticas, pero es necesario revisarlas, para asegurarse que integren las recomendaciones necesarias para la conservación de los RGF.

En el Manual de Criterios y Parámetros Tomo I, del programa PROBOSQUE (INAB, 2020a), se menciona como objetivos específicos de la protección de bosque para conservación de germoplasma, el mantener la diversidad genética de la población de la especie priorizada. Mientras no se cuente con estudios de diversidad genética, de las especies priorizadas, se recomienda revisar la metodología, para que se cumpla el objetivo de la conservación de los RGF, que debe incluir tanto el fenotipo de interés, como los genotipos asociados a la sobrevivencia y evolución de las especies.

La figura 9 muestra, hasta el 2023, las áreas (ha) con bosque natural, que tienen manejo forestal y las que están bajo protección, a través de los programas de incentivos forestales del INAB. Las áreas de producción bajo manejo (ha) en bosque natural, superan a las áreas bajo la modalidad de protección.

**Figura 9.** Áreas (ha) bajo manejo forestal en bosques naturales



Fuente: Elaborado por Maselli, S. con datos de SIFGUA, INAB 2023

## 10.2 Plantaciones y Sistemas Agroforestales

El Registro Nacional Forestal del INAB, mantiene los datos sobre las plantaciones forestales y sus áreas de cobertura. Los totales de las plantaciones forestales voluntarias inscritas, activas e inactivas, desde el 2013 al 2023, para los 22 Departamentos de Guatemala se presentan en el Cuadro 11. También se presentan los totales de los sistemas agroforestales inscritos, activos e inactivos del 2016 al 2023.

**Cuadro 11.** Número de plantaciones y sistemas agroforestales activos e inactivos registrados entre los años 2013 al 2023 para 22 Departamentos de Guatemala, en el Registro Nacional Forestal.

Tipo de plantación	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
Voluntarias activas e inactivas	623	821	868	615	716	948	1,374	1,284	1,366	1,067	912	10,594
Sistemas Agroforestales activos e inactivos				364	383	520	646	706	576	414	225	3,834

**Fuente:** Elaborado con información proporcionada para este informe por el Departamento de Silvicultura del INAB, 2023

Para el 2023, las plantaciones voluntarias presentaron la mayor área registrada (74,303 ha) por tipo de plantación registrada (Cuadro 11).

El Plan Estratégico Institucional 2017-2032, del INAB (2017a) menciona que, en los últimos años, se ha tenido un incremento en los volúmenes de madera provenientes de plantaciones voluntarias; indicando que este tipo de plantaciones permitirían asegurar una cadena de suministro de materia prima de largo plazo (hasta el año 2036, primer ciclo de plantaciones). Estos datos muestran la importancia que tienen para el país, las plantaciones y sistemas agroforestales con manejo forestal.

Se espera que con el programa PROBOSQUE se establezcan nuevas áreas de plantaciones y sistemas agroforestales, para asegurar la oferta sostenible de madera hasta el año 2050 (INAB, 2017b).

### 10.3 Manejo de los RGF en Bosques municipales y Bosques comunitarios

En la última década el INAB ha fortalecido el manejo de los bosques comunitarios y bosques municipales, a través de las siguientes acciones, reportadas para este informe por el Depto. de Fortalecimiento Forestal Municipal, Comunal y Social del INAB, hasta septiembre del 2023.

- Apertura, fortalecimiento y seguimiento de **317 Oficinas** de Gestión Forestal Municipal, OGFM (314 en seguimiento y 3 nuevas).
- Suscripción, monitoreo y seguimiento de **187 instrumentos de cooperación** para la gestión Descentralizada de Aprovechamiento Forestal de Consumo Familiar entre INAB e igual número de municipalidades (24 nuevas y 163 en seguimiento).
- Suscripción, monitoreo y seguimiento de **184 Convenios** Marco de Cooperación y Coordinación Técnica entre INAB e igual número de municipalidades (20 nuevos y 164 en seguimiento).
- Seguimiento de **35 Políticas** Forestales Municipales o su equivalente.
- Creación, implementación y seguimiento de **43 Sistemas de Control y Vigilancia** Forestal Municipal.
- Elaboración e implementación de la Estrategia institucional para la atención de los Pueblos Indígenas en el Sector forestal de Guatemala
- Elaboración del Calendario Forestal desde los conocimientos ancestrales y prácticas tradicionales de los Pueblos Indígenas.
- Elaboración de la Guía de usuario del Calendario Forestal.

En el 2020 se elaboró el documento técnico (INAB, 2020b) “Calendario forestal desde los conocimientos ancestrales y prácticas tradicionales de los pueblos indígenas. El documento considera las formas de vida de los Pueblos indígenas y su organización, en la gestión de sus bosques. El Calendario Forestal presenta 21 actividades para realizarse en el bosque; que incluyen el conocimiento ancestral sobre los equinoccios y solsticios, datos del tiempo de lluvia y sequía. Esta información está combinada con las fases lunares, para un manejo funcional de los bosques; que incluye: colecta y secado de semillas, siembra de semillas, manejo de germinación y trasplante de las plántulas, así como actividades de manejo del terreno de siembra, manejo de plagas, y actividades silviculturales (INAB, 2020b).

#### 10.4 Manejo forestal sostenible en Áreas Protegidas

El manejo forestal en las Áreas protegidas de la Reserva de Biósfera Maya, RBM, está bajo la supervisión del Departamento Forestal del Consejo de Áreas Protegidas, CONAP. El CONAP ha establecido normas para el manejo forestal, a través de Concesiones de conservación, aprovechamiento y manejo de recursos naturales dentro de la RBM.

Actualmente están activas 11 concesiones forestales dentro de la Zona de Uso Múltiple y dos concesiones que manejan empresas industriales. Los planes de manejo en esta Zona incluyen el manejo forestal para restauración, para producción, para protección de especies maderables y no maderables. Para el manejo las Concesiones se dividen en Unidades de Manejo. Cada Unidad debe presentar un Plan Operativo Anual (POA), muy detallado para el aprovechamiento. El POA consiste en un área que ha sido geo-referenciada y tiene un inventario de individuos de árboles comerciales, que sean más grandes de 30 cm de diámetro, en las áreas de aprovechamiento. Las Concesiones trabajan en cercana colaboración y supervisión del CONAP para cumplir con el POA, antes y después del aprovechamiento (CONAP, 2022).

Las actividades de manejo forestal dentro de las Concesiones están certificadas por un consejo internacional, el Consejo de Administración Forestal A.C. (Forest Stewardship Council A.C., FSC). Los volúmenes autorizados para la extracción de madera, deben cumplir lo establecido en la Ley Forestal y su Reglamento de Ley (CONAP 2022).

Dentro de las actividades de monitoreo en las Concesiones, CONAP ha establecido Áreas con Parcelas Permanentes, donde se evalúan el incremento diamétrico, la tasa de mortalidad, tasa de reemplazo y regeneración de todas las especies presentes en los sitios de los experimentos, y de las especies comerciales. Dentro de las parcelas también se evalúan los índices de presencia (número de árboles por ha), regeneración (número de brinzales), e importancia de las especies latifoliadas propias de los bosques de la RBM (Balan-González, 2023).

Las especies comerciales más aprovechadas en las Concesiones Forestales son la caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), Canxán (*Terminalia amazonia*), Santa María (*Calophyllum brasiliense*), Manchiche (*Lonchocarpus castilloi*), Pucté (*Bucida burceras*) (CONAP, 2022)

Otras especies de importancia para el manejo forestal son: Chico zapote (*Manikara zapota*), Zapotillo hoja pina (*Pouteria reticulata*), Ramón (*Brosimum alicastrum*), Malerio colorado (*Aspidosperma megalocarpon*), Canisté (*Pouteria campechiana*), Manax (*Pseuldolmedia panamensis*) (CONAP, 2022). Dentro de los planes de manejo, también se incluyen los listados de especies a proteger, por ser hábitat y fuente de alimento de la fauna de la RBM.

Para los productos no maderables del bosque como las especies del género *Chamaedorea* (Xate), se emplean inventarios de presencia, distribución y abundancia por especie, abundancia de hojas vivas, definición de áreas de aprovechamiento (CONAP, 2022). Con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional, USAID, CONAP desde el año 2033, ha desarrollado más de 50 herramientas, entre guías, normativos, manuales, metodologías, estudios, investigaciones y evaluaciones, para el ordenamiento

y el manejo de los recursos no maderables como: chicle, el Xate, guano, pimienta gorda, semilla de ramón, copal, bayal y otras (Manzanero, 2018).

Manzanero-Mejía (2020) reporta que las ventas totales en dólares americanos (US\$) de productos no maderables del bosque, entre los años 2013-2021, provenientes de las Concesiones de la RBM, ascendieron a US\$3,560,791.34 por la comercialización de las palmas de Xate (*Chamaedorea spp*); las ventas de comercialización de semilla verde, seca, y otros (harina, galleta, otros) del árbol de Ramón (*Brosimum alicastrum*) tuvieron un valor de US\$317,938.19; la comercialización del árbol de chicle (*Manikara zapota*) y procesamiento, tuvo un valor de US\$124,113.66; y las ventas de la pimienta gorda (*Pimenta dioica (L.) Merril*) fueron por US\$45,477.77. Estos valores son superiores al valor de las exportaciones reportadas en el primer informe (INAB y IARNA-URL, 2012), mostrando la importancia de estos recursos para las comunidades que los manejan y reiterando el valor social y económico de estos recursos.

## 10.5. Acciones para mejorar el manejo de los RGF

El INAB ha facilitado el manejo de los RGF del país a través de una plataforma de información, de fácil acceso al público. Las características de este sistema se describen a continuación.

El acceso a la información relevante sobre el sector forestal, se realiza a través de tres sistemas de información pública (Sistema de Información Forestal para Guatemala, SIFGUA, Sistema Electrónico de Información de Empresas Forestales, SEINEF, y el Sistema de Gestión Forestal, SEGEFOR), desarrollados y mejorados en la última década, por el Instituto Nacional de Bosques, INAB.

Dentro del componente Bosques, de la serie de estudios del Perfil Ambiental de Guatemala, Sandoval *et al.* (2022) resaltan el establecimiento por parte del Instituto Nacional de Bosques, INAB; de los tres sistemas de información pública para el sector forestal, ya que permiten desarrollar un mejor control del manejo forestal; incluyendo el de la actividad forestal lícita (aprovechamiento, transporte de productos forestales maderables y su procesamiento, seguimiento de productos forestales legalmente autorizados; gestión y otorgamiento de planes de manejo). Además de los tres anteriores, la mejora del Sistema para Autorización de Exportaciones (SEADDEX), ha facilitado a las empresas la gestión de sus exportaciones (Sandoval, *et al.* 2022).

## 10.6. Desafíos, oportunidades y necesidades para mejorar el manejo de los RGF

Uno de los desafíos en este tema, es que Guatemala debe trabajar en la coordinación e integración de la ordenación de los RGF, con el manejo de los mismos, sin dejar de considerar la conservación genética en los procesos de planificación.

Otro de los desafíos, es que, en la última década aún no se integra el concepto de conservación genética dentro de los Planes de Manejo Forestal institucionales. Como se señaló en el primer informe sobre el estado de los RGF (INAB y IARNA-URL, 2012), no se ha trabajado de forma consensuada, sobre las estrategias que pudieran aplicarse a Guatemala, para combinar la conservación y el aprovechamiento, a través de un ordenamiento de sus RGF.

Es necesario que dentro de la planificación del manejo de los RGF se incorporen los conceptos específicos relacionados al ordenamiento de los bosques naturales, y plantaciones, con los de la conservación genética de los RGF, tales como: Áreas de conservación genética, rodales de conservación genética, microreservas genéticas, etc.

Es necesario que, dentro de la planificación del manejo forestal sostenible, la elaboración de los manuales relacionados con el manejo, el fortalecimiento de capacidades sobre el manejo de los recursos forestales del país, se incluyan las consideraciones genéticas relacionadas al tema, para que verdaderamente las plantaciones forestales del país puedan aportar soluciones a la deforestación, a largo plazo.

## 11. Marco institucional para la conservación, utilización y desarrollo de los Recursos Genéticos Forestales

Guatemala no tiene un mecanismo de coordinación nacional sobre los RGF. Como se ha indicado en capítulos anteriores; el recurso forestal está administrado por el INAB fuera de Áreas Protegidas, y por el CONAP dentro de Áreas Protegidas. Las Universidades, e instituciones que coadministran las Áreas Protegidas dentro del SIGAP, tienen un papel muy activo en la generación de información clave para la conservación de los RGF. Los seis estudios de diversidad genética reportados para este informe, así como estudios relacionados a la riqueza y diversidad de especies los realizaron las universidades y centros asociados a las mismas.

Las actividades y generación de información sobre la utilización de los RGF las realizan principalmente las instituciones de Gobierno encargadas de la gestión de los RGF: INAB y CONAP. Existen otros actores e instituciones que están relacionadas con la conservación, uso sostenible y desarrollo de los RGF. En el Cuadro 12, se describe la actividad relacionada a los RGF, que realizan.

### 11.1. Instituciones que trabajan con RGF

En Guatemala, el Instituto Nacional de Bosques, INAB, sigue siendo el órgano de dirección y autoridad competente del Sector Público Agrícola, en materia forestal, según se establece en su creación, bajo el Acuerdo Legislativo No. 101-96 de la Ley Forestal de Guatemala. Dentro de este marco legal, el INAB ha implementado un Plan Estratégico Institucional (2017-2032); que tiene como objetivo general, promover el desarrollo forestal del país y contribuir al desarrollo rural integral, a través del fomento del manejo sostenible y restauración de los bosques y tierras forestales, el fortalecimiento de la gobernanza forestal y la vinculación bosques-industria-mercado.

Además de la Ley forestal, desde 1999, existe la Política Forestal Nacional; que de forma general establece las áreas de acción, estrategias e instrumentos de política a seguir en materia de uso, fomento, administración, recuperación y manejo de los recursos forestales. En cuanto a su margen de aplicación e interés para los RGF, uno de sus objetivos específicos busca alcanzar la conservación de áreas silvestres y de ecosistemas forestales especiales, zonas de recarga hídrica y sitios relevantes por su biodiversidad, a fin de asegurar una adecuada base de recursos genéticos y productivos, para el presente y el futuro.

Dentro de los cambios en el marco legal, en la última década (2015), se creó la Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala, PROBOSQUE, Desde el 2017 INAB trabaja también en el Programa de incentivos forestales PROBOSQUE, y en el Programa de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal, PINPEP (creado en el 2010, por el Decreto 51-2010).

Otro de los mecanismos empleados por INAB, para fomentar el manejo de los bosques naturales, es el de Licencia Forestal; que ha probado ser efectivo para la protección y conservación de este tipo de bosques.

El Programa PROBOSQUE incentiva proyectos en las modalidades de plantaciones forestales, sistemas agroforestales, manejo de bosques naturales y restauración de tierras forestales degradadas. Dentro de estas modalidades la de protección de bosques para **conservación de germoplasma**, que tiene dentro de sus objetivos **mantener la diversidad genética** de la población de la especie (es) priorizada (as), es la que está directamente relacionada con la conservación de los RGF.

En el INAB el Departamento de Semillas y Recursos Genéticos Forestales, bajo la Dirección de Manejo y Restauración de Bosques, está a cargo de la comercialización de semillas forestales, la certificación de fuentes y semillas forestales, procesos de mejoramiento genético, y los análisis de laboratorio para verificar la calidad de las semillas certificadas (INAB 2023).

El Departamento de Semillas y RGF, ha participado y promovido la creación de una Mesa interinstitucional de Recursos Genéticos Forestales de Guatemala, de carácter voluntario, no oficial, para orientar los procesos sobre este tema en el país. La creación de esta Mesa, surgió a través del reglamento de PROBOSQUE (Artículo 65), y la coordina el Departamento de Gobernanza del INAB, con el apoyo y participación del Departamento de Semillas y Recursos Genéticos Forestales. La Mesa está conformada por 25 instituciones que iniciaron reuniones en el 2018, con los siguientes objetivos:

- Generar propuestas de administración, procedimientos, capacitación y registro de acciones para conservar los servicios ecosistémicos de los recursos genéticos forestales.
- Fomentar la gestión de recursos financieros para la implementación de mecanismos de compensación económica para los proveedores de servicios genéticos forestales.

Dentro de las actividades que ha generado la Mesa temática de apoyo al servicio ecosistémico recursos genéticos forestales, están: un Plan de trabajo para los años 2022-2026; ha promovido un curso centroamericano sobre RGF; ha promovido visitas de campo para el intercambio de experiencias sobre RGF a los Ingenios Pantaleón y Concepción; promovió una visita para conocer los mecanismos de compensación hídrica en Esquipulas Palo gordo, en San Marcos y una visita a Inversiones Pasabien. A futuro la Mesa promoverá la elaboración de la Estrategia Nacional para el fomento y conservación de los recursos genéticos forestales.

El marco de políticas y Normativas asociadas a los RGF, que rigen la planificación del INAB, es el siguiente:

- Política Forestal de Guatemala
- Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y sus recursos
- Política de Cambio Climático
- Política Nacional de Desarrollo Rural Integral, PNDRI
- Política Energética 2013-2027
- Política Agraria (Acuerdo Gubernativo 372-2014)
- Plan Nacional de Desarrollo K'atun 2032 y Política General de Gobierno 2020-2024
- Ley Forestal
- Ley de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal, PINPEP
- Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala, PROBOSQUE
- Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación obligatoria, ante los efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero
- Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013-2024
- Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal: Mecanismo para el desarrollo rural sostenible de Guatemala 2015-2045
- Estrategia Nacional REDD+

Además de las políticas y estrategias descritas, el INAB ha elaborado un compendio de normativa forestal (INAB, 2022b), donde se incluyen todos los reglamentos y procedimientos que rigen al sector forestal en el país.

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP, es otro actor clave en la conservación de los RGF de Guatemala. Fue creado en 1989, a través del Decreto Legislativo 4-89, emitido por el Congreso de la República de Guatemala. Sus funciones son: la formulación de las políticas y estrategias de conservación, protección y mejoramiento del Patrimonio Natural, por medio del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, SIGAP, integrado por todas las Áreas Protegidas y entidades que la administran, con el fin de que éste provea de bienes y servicios ecosistémicos a la población para su desarrollo social, económico y político. (CONAP, 2020).

En Guatemala existen otros actores que están relacionados de forma directa o indirecta con la conservación, la utilización y el desarrollo de los RGF. Entre las instituciones que se presentan en el Cuadro 12, algunas coordinan actividades a través de alianzas o convenios con INAB y el CONAP.

**Cuadro 12.** Instituciones que realizan actividades relacionadas a los RGF

<b>Instituciones</b>	<b>Actividad relacionada a los RGF que realiza</b>
<b>Universidades</b>	
Universidad de San Carlos de Guatemala	Conservación, investigación
Universidad Rafael Landívar	Conservación, Investigación
Universidad del Valle de Guatemala	Conservación, investigación
Escuelas de Formación Agrícola	Investigación
Universidad Rural de Guatemala	Investigación
<b>Sector forestal</b>	
Empresas privadas	Utilización, desarrollo e investigación
Empresas comercializadoras	Utilización
<b>Instituciones que coadministran Áreas Protegidas</b>	
Defensores de la Naturaleza	Conservación, investigación
Asociación de Reservas Naturales Privadas	Conservación, investigación
Fundación para el Ecodesarrollo y conservación, FUNDAECO	Conservación, investigación
Municipalidades y Bosques comunales	Conservación, utilización y manejo
<b>Otras instituciones</b>	
ONG's, Asociaciones, Cooperativas	Conservación, utilización, manejo

Fuente: Elaborado por Maselli, S. con la información de las instituciones proporcionada para este informe.

## 11.2 Estado de la investigación y el desarrollo sobre los RGF

No existe en el país un programa nacional de investigación sobre los RGF. Los estudios de diversidad genética que se reportaron en el Capítulo 5, fueron el resultado del interés de los investigadores en generar conocimiento sobre el tema de los RGF, contribuir con vacíos de información, desarrollar metodologías, y contribuir a la aplicación de los resultados de investigación para mejorar la conservación de los RGF. Estos estudios no fueron el resultado de una priorización nacional sobre temas a investigar.

Dentro de este contexto resalta el esfuerzo del INAB en el 2022, para elaborar la Agenda Nacional de Investigación forestal. Desde el año 2000 existía en el INAB un programa de investigación, que se actualizó con la actual Agenda Nacional de Investigación Forestal. Esta Agenda incluye dentro de sus once áreas temáticas, una que cubre los aspectos de conservación, utilización sostenible y desarrollo de los RGF. Dentro de esta Agenda, los proyectos de investigación propuestos por área temática fueron los siguientes:

### **Recursos genéticos forestales: Mejoramiento genético forestal:**

- Evaluación de técnicas de mejora genética de especies de usos múltiples de interés comercial, social, cultural y ecológico, haciendo énfasis en la resistencia a plagas y enfermedades.
- Desarrollo de materiales genéticos mejorados del género *Pinus*.
- Desarrollo de clones altamente productivos de especies comerciales.
- Análisis de diversidad genética entre especies forestales de especies nativas y exóticas.

### **Conservación *in situ*, *ex situ* de germoplasma de especies forestales nativas**

- Conservación de especies de alto valor.
- Evaluación de técnicas de reproducción vegetativa, germinación y producción masiva (*in vitro*) de especies forestales nativas.
- Mecanismos técnicos y legales para la utilización/comercialización de germoplasma forestal.

### **Manejo de fuentes semilleras y producción de plantas**

- Desarrollo de germoplasma de especies nativas y su producción en viveros forestales.
- Evaluación de métodos y tratamientos para aumentar el porcentaje de germinación de semillas
- Evaluación del uso de tecnología utilizada para la producción de plantas en vivero

El resto de áreas temáticas de investigación de la Agenda Nacional de Investigación forestal (INAB, 2022) están relacionadas con la utilización y el desarrollo: manejo forestal y agroforestal, protección forestal, cambio climático, diversidad biológica y funcionalidad ecosistémica, restauración del paisaje forestal, gestión forestal local, economía forestal, industria forestal. La plataforma CINFOR-WEB del INAB, permite el acceso a estudios, investigaciones, artículos científicos, etc. que se han realizado con especies forestales, por las instituciones guatemaltecas.

### 11.3. Estudios y proyectos relacionados con RGF

Un total de 85 proyectos o estudios, relacionados a los RGF, fueron reportados por las instituciones para este informe (Cuadro 13).

El Cuadro 13, muestra los proyectos reportados por las instituciones ejecutoras, pero no todas reportaron la fuente de financiamiento. La mayoría de proyectos, en los últimos años, estuvieron relacionados con la restauración de bosques, ecosistemas y el paisaje forestal (31 proyectos). De las tres universidades que reportaron proyectos (URL, UVG y USAC), la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizó el mayor número de ellos. El financiamiento para 25 de los proyectos provino de la Cooperación externa, y 12 proyectos fueron financiados en su mayoría por la Dirección General de Investigación, DIGI de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La capacidad instalada para realizar y coordinar interinstitucionalmente la investigación en el país, mostrada en el Cuadro 13 y Anexos (2 al 2.4), ponen de manifiesto la factibilidad de integrar, dentro de una Estrategia Nacional de Conservación de RGF, una agenda de investigación que propicie la conservación, uso sostenible y desarrollo de los RGF del país, y que se integre y complemente, con la elaborada por el INAB en el 2022.

**Cuadro 13.** Número de proyectos relacionados con los RGF reportados para este informe

Proyecto o estudio	No.	Instituciones que los realizaron y el No.	Financiamiento internacional	Financiamiento nacional
Restauración de bosques, ecosistemas y el paisaje forestal	31	Universidades 18	14	6
		Institutos Investigación 3		
		Instituciones del Gobierno 1		
		Internacional 1		
		Instituciones de conservación <i>in situ</i> 8		
Promoción del manejo sostenible de bosques, manejo forestal y adaptación al cambio climático	19	Interinstitucional 9	9	2
		Universidades + INAB 3		
		INAB 2		
		Instituciones de conservación <i>in situ</i> 3		
		Universidad de Sn. Carlos 2		
Riqueza, diversidad, distribución y estado de conservación de especies forestales	18	Instituciones de conservación <i>in situ</i> 10		
		USAC + INAB 5		
		FAUSAC 2		
		INAB 1		
Mejoramiento genético y propagación de especies forestales	12	Universidades + INAB 10	1	
		INAB 2		
Vegetación y ecosistemas forestales	5	Instituciones de conservación <i>in situ</i> 4	1	4
		USAC 1		
<b>TOTAL proyectos</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>25</b>	<b>12</b>

Fuente: Elaborado por Maselli, S. con la información proporcionada por las instituciones para este informe.

## 11.4 Estado de la formación y capacitación

En esta sección se describen las carreras por Universidad, asociadas a los Recursos forestales, en general:

### Universidad de San Carlos de Guatemala:

- Ingeniería Agronómica en Recursos Naturales Renovables: FAUSAC Campus Central y Sede CUNIZAB<sup>1</sup>
- Ingeniería en Gestión Ambiental Local
- Ingeniería en Gestión Ambiental, Sede CUNORI<sup>1</sup>, Sede CUNSUROC<sup>1</sup>
- Ingeniería Forestal, Sede CUNTOTO<sup>1</sup>, Sede CUNOROC<sup>1</sup>, Sede CUDEP<sup>1</sup>
- Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales, Sede CUNZAC<sup>1</sup>
- Maestría en Desarrollo Rural
- Maestría en Gestión Ambiental Local
- Doctorado en Ciencias Agrícolas y Ambientales

<sup>1</sup>Fuente: Información proporcionada por el Depto. de Investigación Forestal, INAB, 2023.

### Universidad Rafael Landívar

- Ingeniería Ambiental
- Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP), Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología, IARNA. Han desarrollado investigación relacionada al desarrollo forestal, el estado de los bosques, la valoración de los bosques, los ecosistemas de Guatemala, situación socio ambiental de Guatemala, relaciones entre el ambiente natural y la economía.
- Ingeniería Forestal en Sede San Juan Chamelco

### Universidad del Valle de Guatemala

- Centro de Estudios Ambientales y de Diversidad Biológica, CEAB. Realiza investigación relacionada a cobertura forestal, estimación del contenido de carbono, evaluación de ecosistemas, investigación climática.
- La carrera de Licenciatura en Biología ofrece el **único curso de recursos genéticos que existe en Guatemala.**
- Licenciatura en Ingeniería en Tecnología Agroforestal, Campus Altiplano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fuente: Información proporcionada por el Depto. de Investigación Forestal, (INAB, 2023).

### Universidad Rural de Guatemala

- Ingeniería ambiental
- Técnico en agroecología
- Ingeniería Agronómica, Sede Antigua Guatemala, Sede Santa Cruz del Quiché, Sede Mazatenango<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fuente: Información proporcionada por el Depto. de Investigación Forestal, (INAB, 2023).

## Universidad Panamericana

- Ingeniería Agroforestal Sede Cobán, Sede Santa Elena Petén<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fuente: Información proporcionada por el Depto. de Investigación Forestal, INAB, 2023).

## Universidad Da Vinci

- Ingeniería Agronómica, sede Antigua Guatemala<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fuente: Información proporcionada por el Depto. de Investigación Forestal, INAB, 2023).

## Fortalecimiento de Capacidades en el INAB

- INAB tiene un área de extensión y capacitación forestal
- Fortalecimiento de alianzas y capacidades institucionales para la protección forestal, especialmente en prevención y control de la incidencia de incendios y plagas forestales
- Fortalecimiento del Programa de Extensión y Capacitación Forestal, para mejorar la productividad en la producción de bienes y servicios ecosistémicos.

## Capacidad instalada en la Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala, ARNP

- Nuevo marco estratégico institucional, que crea un Centro de Investigación específico e incluye la conservación de los recursos forestales.

## 11.5 Desafíos, oportunidades y necesidades para la consolidar a las instituciones nacionales

En la última década la coordinación interinstitucional para abordar el problema de la deforestación en el país, ha mejorado. Esta oportunidad debe aprovecharse para afrontar el desafío de formular la Estrategia Nacional de RGF, para que las acciones de conservación, uso sostenible y desarrollo de estos recursos, se planifiquen de una forma consensuada, ordenada y considerando todas las oportunidades que la riqueza de especies que tiene el país, pueda generar.

La implementación de cursos sobre recursos genéticos en las carreras universitarias relacionadas a los recursos forestales, es un desafío que podría solventarse a mediano plazo; sensibilizando a las Universidades de la importancia que este tema tiene, para que lo incluyan en el pènsum de sus carreras. La conservación de los RGF, se enmarca en el contexto del cambio climático y los Objetivos de Desarrollo del Milenio; temas de mucha actualidad que se abordan en las Universidades.

La promoción de la investigación en las carreras universitarias, como parte de los trabajos de tesis, se ha convertido en un desafío, debido a que más universidades están eliminando la investigación, de los requisitos para elaborar una tesis y optar a un grado académico. En las universidades tampoco se generan incentivos para que los catedráticos se dediquen a hacer investigación.

Dentro de las oportunidades para incentivar la investigación sobre RGF, existe una agenda forestal mundial, que podría aportar recursos financieros a las iniciativas de implementación de equipo, laboratorios y personal capacitado, para realizar la investigación que se priorice dentro de una Estrategia Nacional de RGF.

Se necesita personal capacitado, recursos logísticos y financieros para implementar iniciativas sobre mejoramiento y conservación de los RGF.

Se necesita impulsar más alianzas público-privadas para promover la investigación en el mejoramiento y conservación de los RGF, facilitando becas, u oportunidades para hacer tesis a los estudiantes universitarios.

## 12. Cooperación internacional y regional en materia de Recursos Genéticos Forestales

### 12.1 Cooperación Internacional

En la última década la tendencia de financiamiento por parte de la cooperación internacional, relacionada a los RGF, se centró principalmente en tres temas: medio ambiente, cambio climático y gobernanza. En los temas de medio ambiente y cambio climático, los proyectos de restauración del paisaje forestal, fueron los que más financiamiento recibieron.

Además de los temas anteriormente descritos, la cooperación internacional intervino, de forma general, en el financiamiento de las siguientes actividades: elaboración de los dos informes nacionales sobre el estado de los RGF, el fortalecimiento institucional y de capacidades, proyectos de investigación, proyectos de restauración forestal, promoción de la organización comunitaria, formulación de estrategias, y la impresión de publicaciones relacionadas a los RGF.

El Cuadro 14 incluye a las instituciones internacionales que financiaron actividades relacionadas con RGF en los años 2013-2023, en el país.

**Cuadro 14.** Cooperantes internacionales que han financiado actividades (2013-2023), relacionadas a los RGF en el país.

Institución	Actividad de Cooperación
<b>FAO</b> Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación	Elaboración de segundo informe sobre el estado de los RGF, proyectos de restauración forestal
<b>IUCN</b> Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza	Proyectos en el Altiplano Occidental Políticas, fortalecimiento de Bancos de Semillas, Restauración de paisaje forestal
<b>KOICA</b> Agencia de Cooperación de Corea	Proyectos en el Altiplano Occidental
<b>USAID</b> Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional	Proyectos de restauración del paisaje
<b>Rainforest Alliance</b>	Proyectos, estudios, consultorías, investigación en la RBM
<b>PNUD-GEF</b> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	Restauración del paisaje forestal
<b>CAMCORE</b> Cooperativa Internacional para la Conservación y domesticación de los Recursos Forestales	Acceso a semilla mejorada, ensayos de mejoramiento genético
<b>Bioversity International</b>	Proyecto de diversidad genética Fortalecimiento de capacidades
<b>ITTO</b> Organización Internacional de las Maderas Tropicales	Estudios diversidad florística y estructura de vegetación en bosques, proyectos
<b>BID</b> Banco Interamericano de Desarrollo	Apoyo a la estrategia REDD para consolidar abordaje de deforestación
<b>GIZ</b> Cooperación alemana para el Desarrollo Gobierno de Alemania	Consolidación del CONAP Manejo de ecosistemas priorizados en la Costa Sur; Medio ambiente y cambio climático en el Corredor Seco
<b>UNOPS</b> Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para proyectos	Adaptación al cambio climático
<b>AECID</b> Agencia de Cooperación Española	Proyectos sobre medio ambiente, cambio climático Fortalecimiento de capacidades
<b>TNC</b> The Nature Conservancy	Conservación y restauración de bosques tropicales
<b>UE</b> Unión Europea	Restauración de ecosistemas y paisajes
<b>WWF</b> <b>World Wildlife Fund</b>	Impresión de publicaciones
<b>Helvetas y FCA</b> Fondo para la conservación de bosques tropicales	Conservación de biodiversidad y recurso hídrico en el Altiplano Conservación y manejo de áreas protegidas y bosques municipales

Fuente: Elaborado por Maselli, S. con información proporcionada por las instituciones para este informe.

## 12.2. Cooperación regional

La cooperación a nivel Centroamericano en los últimos años, ha incluido principalmente a las siguientes instituciones y proyectos:

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, CCAD, el Fondo de Desarrollo Verde para la Región SICA (Sistema de Integración Centroamericano), con el financiamiento y colaboración de la Unión Europea, han implementado el proyecto de inversión en restauración de ecosistemas y paisajes desde el 2020; con el que se pretende alcanzar la restauración y protección de más de 10,500 ha de bosques.

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), la Coordinadora Indígena Campesina de Agroforestería Comunitaria Centroamericana (CICAFOC), y la Administración Forestal del Estado (AFE), han presentado el proyecto forestal centroamericano: “Desarrollo de una Estrategia Financiera del Sector Forestal”. El proyecto se ha implementado dentro del Corredor Biológico Mesoamericano, en el tema ambiental y de género.

La Sociedad de Conservación de la Vida Silvestre (Wildlife Conservation Society, WCS) ha implementado el proyecto de conservación de “Los cinco grandes bosques de Mesoamérica”: Una iniciativa regional para el clima, la biodiversidad y la gente. A través de este proyecto. Los gobiernos de los países Mesoamericanos, se comprometieron en el 2019, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el clima (COP25), a proteger los cinco grandes bosques de Mesoamérica, como parte de las soluciones al cambio climático.

En esta iniciativa participan a través de una alianza los siguientes países e instituciones: Ocho gobiernos centroamericanos; Belice, Guatemala, Costa Rica, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Panamá y República Dominicana; que forman parte de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD); Pueblos indígenas y comunidades locales, incluida la Alianza Mesoamericana de Pueblos y Bosques (AMPB), Socios fundadores: Wild and Wildlife Conservation Society (WCS), re:Wild, Socios del proyecto: Alianza de Bioersity International y CIAT, así como otras ONG's locales e internacionales. El proyecto es financiado por la Unión Europea, Fondo Verde para el Clima (GCF) y otros.

Las metas del proyecto para el 2030 son las siguientes: Proteger 10 millones de hectáreas de bosque; recuperar y restaurar 500.000 hectáreas de bosque que han sido reclamadas o taladas ilegalmente, acabar con la ganadería ilegal, 0 extinciones de especies, la mejora del bienestar humano, especialmente para los pueblos indígenas y las comunidades forestales. En Guatemala el proyecto se desarrolla dentro de la Selva Maya (México, Guatemala, Belice).

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, ha cooperado por más de 30 años en Centroamérica en la conservación de bosques tropicales. Actualmente trabaja junto a la Asociación de Cooperativas Forestales del Petén, ACOFOP, en una agenda de investigación en el manejo sostenible de los Recursos Naturales en la Zona de Usos Múltiples de la RBM. En la última década ha contribuido al fortalecimiento de capacidades, a través de cursos y seminarios de capacitación, ha realizado actividades de monitoreo biológico, y actualmente trabajan en un proyecto de bosques en regeneración para conservar la diversidad de Biomás en América Latina.

El Servicio Forestal de Estados Unidos, a través del Programa Regional: Combatiendo la Tala Ilegal, ha fortalecido capacidades del personal del Banco de Semillas de Guatemala, y ha fortalecido y promovido el intercambio de experiencias entre Bancos de Semillas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana. En el 2023 se ha trabajado en un proceso de reactivación de la Red de Bancos de Semillas, RESEMFOR, que integra a los países de América Central y el Caribe. Esta iniciativa está siendo liderada por el CATIE de Costa Rica, y se espera que el Servicio Forestal de Estados Unidos, también apoye la reactivación de la RESEMFOR.

### 12.3 Redes Internacionales de RGF

La Red Latinoamericana de Recursos Genéticos Forestales, LAFORGEN, tuvo como tal su última reunión en el 2012. Esta Red se reactivó en el 2022 como LACFORGEN, para incluir a los países del Caribe. Actualmente la Red no está institucionalizada, pero funciona de forma colaborativa con profesionales interesados en pertenecer a este grupo, de forma virtual.

Hasta el momento la Red ha establecido 8 colaboraciones entre grupos de diferentes países, y ha realizado dos charlas temáticas (Dr. Leo Galo, comunicación personal). Los profesionales que lo deseen, pueden registrarse al grupo colaborativo de la Red. En Guatemala el INAB participa en LACFORGEN, a través de la profesional encargada de Recursos Genéticos del Depto. de Semillas y RGF, fortaleciendo conocimientos y capacidades en el tema.

Se espera para el 2024, que la Red realice un curso internacional en Guatemala, sobre conservación y uso sostenible de los RGF, incluyendo las bases genéticas que deben sustentar las actividades relacionadas a estos recursos. El curso se realizará con el apoyo del INAB, quien gestionará el curso, como Institución de enlace nacional.

### 12.4. Desafíos, oportunidades y necesidades

La creación de condiciones favorables para que la ayuda internacional se mantenga y mejore para apoyar el tema forestal, se considera un desafío.

Otro desafío es el de destinar recursos financieros, nacionales e internacionales, para implementar proyectos de investigación forestal.

La importancia de la Cooperación internacional para los RGF del país se pone de manifiesto en que, de 85 proyectos reportados para este informe, 25 de ellos fueron financiados por la cooperación internacional y 12 por instituciones nacionales. Además de los proyectos, como se describió en el Cuadro 12, la Cooperación internacional financió actividades, estrategias, y la publicación de documentos de suma importancia para mejorar la conservación, utilización sostenible y desarrollo de los RGF en el país. El acceso a este financiamiento, es una oportunidad para que el país, defina una agenda priorizada de actividades para mejorar la conservación y utilización sostenible de estos recursos, y solicite el financiamiento necesario para alcanzar los objetivos que se propongan en la agenda.

Otra de las oportunidades que tiene el país es la de fortalecer las colaboraciones con los actuales participantes de la LACFORGEN (Red Latinoamericana y del Caribe de Recursos Genéticos Forestales), para que, a través de un listado de prioridades de capacitación, se trabaje en posibles cursos y talleres en línea (Webinars) en un futuro cercano.

En años recientes se crearon, y constituyen una oportunidad para el país, las siguientes herramientas y plataformas, para la planificación de proyectos de restauración y sistemas agroforestales:

- Diversidad para la restauración: que permite la planificación para la restauración de bosques, a través del uso apropiado de las especies y las fuentes semilleras: [www.diversityforrestoration.org](http://www.diversityforrestoration.org)
- Diseño de sistemas agroforestales (enfoque en cacao, pero podría usarse para otros cultivos) [www.cacaodiversity.org](http://www.cacaodiversity.org)

Ambas herramientas son de acceso libre, y pueden ser empleadas por científicos, planificadores de restauración, autoridades públicas y donantes.

Se considera que hay buenas oportunidades de obtener recursos financieros para implementar propuestas sobre los RGF, en virtud de que la importancia de estos recursos está cobrando auge en la agenda forestal mundial, y que existe financiamiento para proyectos que integren la planificación de la adaptación al cambio climático, basado en ecosistemas.

## 13. Recomendaciones para mejorar la conservación, uso sostenible y desarrollo de los RGF

### Conservación de los RGF

La elaboración del segundo informe sobre el estado de los RGF en el país, es una oportunidad para que se promueva, a corto plazo y de forma urgente, la formulación de una Estrategia Nacional de Conservación de los RGF, con la participación de los actores clave del Sector Forestal (Instituciones del Estado, Asociaciones Comunitarias, Sector privado y productivo, Sector académico, Cooperantes nacionales e internacionales).

La Estrategia Nacional de Conservación de los RGF deberá abordar los principios teóricos y prácticos de las consideraciones genéticas, recomendadas por la FAO, para:

- El ordenamiento y la conservación
- La utilización sostenible, el manejo y desarrollo de los RGF
- La complementariedad entre la conservación *in situ* y *ex situ*

Se deberá sensibilizar a los tomadores de decisiones y cooperantes, sobre la importancia de financiar la formulación de la Estrategia a corto plazo.

Se recomienda que las Instituciones que están a cargo de la conservación *in situ* y *ex situ* inicien estudios sobre la estructura poblacional, fenología reproductiva, manejo de poblaciones, tamaño de poblaciones y diversidad genética, de las especies previamente priorizadas, para establecer, categorías de conservación genética (unidades de conservación genética, bosques de conservación genética, parques y reservas genéticas, microreservas genéticas, etc.); mientras se formula la Estrategia Nacional de Conservación de los RGF.

Todas las iniciativas, estudios y proyectos relacionados con la restauración de ecosistemas y paisajes forestales, deberán incluir dentro de su planificación las consideraciones genéticas apropiadas, según el área de intervención, para aplicarlas a la selección, colecta, uso y reproducción de germoplasma. Estas consideraciones genéticas se deberán incluir en la metodología, del fortalecimiento de capacidades de los proyectos, y en los manuales operativos, para sensibilizar a los técnicos y beneficiarios de proyectos, de la importancia de conservar una base genética amplia de las especies empleadas.

### Disponibilidad de información sobre los RGF

Se recomienda que se integre a las plataformas de información del Sector Forestal del INAB: SIFGUA (Sistema de Información Forestal para Guatemala), y de la plataforma CINFOR-WEB, un espacio específico para RGF; donde se incluyan los informes, artículos científicos, y resultados de los proyectos, estudios e investigación. que generen las Universidades, e instituciones que trabajan con recursos forestales en el país. Las publicaciones relacionadas a la conservación *in situ*; especialmente las que tratan sobre: la riqueza, frecuencia y abundancia de especies en bosques naturales; así como publicaciones relacionadas a los tamaños de población efectiva, fenología reproductiva, y técnicas de propagación de las especies prioritarias, deben priorizarse para que estén disponibles al público.

### Ordenación, utilización y desarrollo de los RGF

Las instituciones nacionales relacionadas a los RGF (Instituciones del Estado, Asociaciones Comunitarias, Sector privado y productivo, y Sector académico), deberán conocer y establecer criterios de ordenamiento, de acuerdo a las categorías de uso de los bosques, e integrarlos en sus estrategias y planes de manejo. Estos criterios deberán incluir el establecimiento de áreas específicas de conservación genética, según la ordenación recomendada por la FAO.

Se recomienda establecer de manera oficial un Programa Nacional de Mejoramiento Genético, así como el financiamiento necesario para que opere. El programa debe incluir la gestión al acceso y la utilización de germoplasma de calidad; así como un mecanismo pertinente, para acceder a semilla mejorada, por parte del Sector Forestal.

La riqueza de especies forestales y con potencial para suplir la demanda del Sector Forestal es grande, por lo que la oferta de especies para el mercado interno y externo, debe ampliarse, para que la presión sobre el género *Pinus*, disminuya.

Es urgente conocer el estado de la diversidad genética de las fuentes semilleras de las especies amenazadas y de las especies priorizadas por el INAB, para emplearse en los programas de incentivos forestales, para evitar el uso de un reducido número de genotipos.

Para mejorar el desarrollo de los RGF se deben establecer alianzas público-privadas para implementar áreas que combinen la conservación genética, y la producción; con el objetivo de que los genotipos conservados de las especies de interés, se utilicen para la producción y para el establecimiento de plantaciones de producción. El establecimiento de estos mecanismos requiere de acciones y procesos de mediano a largo plazo, por lo que se recomienda que se inicie la gestión de estos procesos lo antes posible.

## **Instituciones y creación de capacidad**

Se recomienda incluir en el pñsum de estudios de las carreras relacionadas a los RGF, y carreras relacionadas al desarrollo rural y la ejecución de proyectos sobre restauración de paisaje forestal; cursos sobre la importancia de la conservación de los RGF, y los principios genéticos que la sustentan; debido a que no se puede afrontar el cambio climático sin diversidad de especies y sin diversidad genética.

Se recomienda el establecimiento de una maestría o especialización en las Universidades nacionales, sobre genética forestal, o el establecimiento de bolsas de estudio o becas, para formar profesionales nacionales especializados en genética.

Se recomienda fortalecer la capacidad instalada (equipos, laboratorios y personal) del Banco de Semillas Forestales, BANSEFOR, así como el establecimiento de más Bancos de semillas Departamentales, para mejorar tanto la conservación *ex situ* de los RGF, como la coordinación de actividades con el Depto. de Semillas y RGF del INAB.

Se recomienda realizar más estudios e investigación sobre los siguientes temas:

- Diversidad genética de las especies priorizadas, poniendo especial cuidado en la colecta del material vegetativo para hacer el estudio, y en el manejo de las muestras, para evitar perder su identidad genética.
- Mejoramiento genético asistido por marcadores moleculares
- Manejo y conservación de semillas en Bancos de semillas
- Monitoreo de la diversidad genética en fuentes semilleras.
- Monitoreo de la diversidad genética de las plántulas producidas en viveros, y que se emplearán para la reforestación, o restauración de paisajes forestales.
- Biología reproductiva de las especies priorizadas
- Promoción de la conectividad ecológica y genética entre poblaciones
- Monitoreo del establecimiento, crecimiento, y éxito reproductivo del material vegetativo, empleado en reforestaciones y en la restauración de paisajes forestales.
- Estudios sobre el papel de los bosques secundarios y de los árboles dispersos, para la conservación de los RGF.
- Estudios de diversidad genética a nivel morfológico y molecular

## Referencias bibliográficas

- Alanis-Rodríguez, E., Mora-Olivo, A., Molina-Guerra, V.M., Gárate-Escamilla, H., Sigala-Rodríguez, J.A. 2022 Caracterización del arbolado urbano de Hualahuises Nuevo León. Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol. 13 (73). Septiembre-Octubre (2022).
- ARNPG. Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala. 2020. Catálogo de plantas de la región metropolitana de Guatemala. ARNPG. Guatemala. 66 pp.
- ARNPG. Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala. 2018. Manual para la identificación, prevención y control de plagas y enfermedades forestales. ARNPG. Guatemala. 151 pp.
- Balán-González, S. 2023. Centro Coordinador Parcelas Permanentes en Bosque Natural Latifoliado. Presentación Power Point. Departamento de Manejo Forestal, CONAP, Petén.
- Banco Mundial, Gobierno de la República de Guatemala, Alianza Mundial para la Contabilidad de la Riqueza y la Valoración de los Servicios de los Ecosistemas e Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología/Vicerrectoría de Investigación/Universidad Rafael Landívar. 2021. Cuentas de Ecosistemas de Guatemala.
- Barrios de León, S. 2021. Diversidad genética en bosques de pino de la microcuenca Río Puniá: base para elaborar planes de adaptación al cambio climático. Informe final de proyecto. Instituto de Investigaciones, Centro Universitario de Zacapa, CUNZAC. Dirección General de Investigación, DIGI. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Barrios, M. 2022. Evaluación del gradiente climático del noreste de Guatemala, su relación con la estructura y fenología vegetal y la diversidad de invertebrados, implicaciones del cambio climático. (Informe final FODECYT 17-2011). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYT. Centro de Estudios Conservacionistas, CECON-USAC.
- Castillo, F. 2022. Arbolado urbano y calidad de vida: El caso de la Ciudad de Guatemala de la Asunción. Proyecto DIGI AP15-2022. Centro de Estudios Conservacionistas, CECON-USAC. Dirección General de Investigación, DIGI. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Castillo, F., Dávila, C., Morales, A., y García, A. 2012. Actualización del Plan Maestro de la Reserva de Usos Múltiples Monterrico: el levantamiento detallado de la vegetación y la cartografía botánica. Proyecto DIGI 2.17. Dirección General de Investigación-DIGI.
- CCAD: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. 2021. Estrategia Regional Ambiental. CCAD. Sistema de Integración Centroamericana, SICA.
- CGI. Grupo de Coordinación Interinstitucional. 2020. Estrategia Nacional REDD+ Guatemala (2020-2050). (ENREDD+). Bosque, Gente, Futuro. Gobierno de Guatemala, Grupo de Coordinación Interinstitucional. Ciudad de Guatemala.
- CONAP. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 2022. Proyecto Consolidación del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, Life Web. <https://prensa.gob.gt/comunicado/evaluacion-de-proyectos-consolidacion-del-sistema-guatemalteco-de-areas-protegidas>.
- CONAP. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 2022. Plan de Manejo Forestal de la Unidad de Manejo Carmelita. CONAP. Petén, Guatemala.
- CONAP. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 2020. CONAP. Guatemala. 129 pp.

- CONAP, CATIE y PNUD. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2019. VI Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio sobre Diversidad Biológica. Documento técnico No. 15-2019.
- Dawson, I.K., Leakey, R., Clement, C.R., Weber, J. C., Cornelius, J.P., Roshetko, J.M., Vinceti, B., Kalinganire, A., Tchoundjeu, Z., Masters, E., Jamnadass, R. 2014. The management of tree genetic resources and the livelihoods of rural communities in the tropics: Non-timber forest products, smallholder agroforestry practices and tree commodity crops. *Forest Ecology and Management* 333 (2014) 9-21.
- Díaz, M., Quezada, M. 2022. Priorización de áreas de conservación de Bosques Nubosos mediante análisis multivariado de *Quercus*. Trabajo de Graduación. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Dirección General de Investigación, DIGI. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2023. Guía sobre material forestal reproductivo. <https://www.fao.org/forestry/seeds/16450/es/>
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2018. Manejo Forestal como estrategia de conservación y desarrollo. El caso de las concesiones forestales en Guatemala. [www.fao.org/forestry/sustainable-wood](http://www.fao.org/forestry/sustainable-wood).
- FAO, FLD, Bioversity International. 2007. Conservación y manejo de recursos genéticos forestales. Vol.1: Visión general, conceptos, y algunos métodos sistemáticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, IPGRI. Roma, Italia. 110 pp.
- FAO, CSFD, IPGRI, 2001. Conservación y ordenación de recursos genéticos forestales. IPGRI. Roma 97 pp.
- FDN. Fundación Defensores de la Naturaleza. 2020. La adaptación basada en ecosistemas. “La adaptación basada en Ecosistemas una solución integral para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático en Guatemala. Proyecto Cuencas Verdes: Adaptándonos al Futuro. Guatemala. 50 pp.
- Gálvez, J. (2002). La restauración ecológica: conceptos y definiciones. IARNA-URL, 22. Recuperado el 3 de marzo de 2017, de: <http://www.url.edu.gt/PortalURL/Archivos/51/Archivos/08-Restauracion-ecologica.pdf>
- García, M., López, J. & Ramírez, M. F. 2015. Dinámica de la regeneración natural de un bosque tropical como fundamento para el desarrollo de estrategias de restauración ecológica en la Reserva de Biosfera Maya. Proyecto DIGI 3.57. Dirección General de Investigación-DIGI. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- GCI. Grupo de Colaboración Interinstitucional. 2020. Plan de Acción de la Estrategia Nacional REDD+Guatemala (2020-2050) (ENREDD+) Bosque/Gente/Futuro. Gobierno de Guatemala, Grupo de coordinación Interinstitucional (CGI). Guatemala. 200 pp.
- Geburek, T., Turok, J. 2005. Conservation and management of forest genetic resources in Europe. Arpora Publishers, Zvolen, Eslovaquia.
- GIMBUT. Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la tierra GIMBUT. 2019. Cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de cobertura forestal 2010-2016.

- Godínez, S.M., Basilio-Juárez, I.M., De León, V.H., Mendoza, H. 2017. Identificación de especies de árboles y arbustos del ecosistema bosque tropical montano nuboso en etapas de restauración ecológica forestal en el altiplano occidental de Guatemala. Centro Universitario de Noroccidente, CUNOROC. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Grajeda, A. L., Ordóñez, N., Echeverría, J. L., y Flores, M. E. 2010. Ensamblajes de pequeños mamíferos en hábitats naturales y modificados en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal Mario Dary y su área de amortiguamiento. (Informe final FODECYT 12-2006). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT)- Centro de Estudios Conservacionistas (CECON)-USAC.
- Grogan, J., C. Free, G. Pinelo, A. Johnson, R. Alegría, B. Hodgson. 2015. Assessment of the conservation status of big-leaf mahogany, Spanish cedar, and tree lesser-known timber species populations in the forestry concessions of the Maya Biosphere reserve, Petén, Guatemala. Community forestry case studies No.5/10. Rainforest Alliance. [www.rainforest-alliance.org](http://www.rainforest-alliance.org)
- Herrera-Ardón, J.A., Berdúo-Sandoval, J.E., Ruiz-Chután, J.A., Kalousova, M., Melgar-Valladares, S.A. 2021. Estudio de diversidad genética del cedro nativo guatemalteco y establecimiento de una colección núcleo *in vitro*. Facultad de Agronomía. Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala. 52 pp.
- Helvetas. 2019. Proyecto conservación y desarrollo en el altiplano occidental. Guatemala. <https://www.helvetas.org/es/guatemala/lo-que-hacemos/como-trabajamos/nuestros-proyectos/america-latina/Guatemala/guatemala-CDAO-FCA>.
- Hodgson, B.J., D. Hughell, V.H. Ramos, R.B. McNab. 2015. Deforestation trends in the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. Rainforest Alliance. [www.rainforest-alliance.org](http://www.rainforest-alliance.org)
- Holdridge, L.R. 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* 105(2727):367-368.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2023a. Manual de Normas, procesos y procedimientos del Departamento de Semillas y Recursos Genéticos Forestales. Resolución de Gerencia 056-2023. INAB. Guatemala. 36 pp.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2023b. Plan Quinquenal. 2023-2027. Serie Institucional ES-007(2023). INAB. Guatemala. 42 pp.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2023c. Informe de labores 2022. INAB. Guatemala. 44 pp.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2023d. Informe final institucional. Incendios forestales 2023-2024. Departamento de Protección Forestal, PROFOR. INAB. Guatemala. 15 pp.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2023e. Diagnóstico fitosanitario de los bosques de Guatemala. 2022-2023. Dirección de Manejo y Restauración de Bosques. Departamento de Protección Forestal, PROFOR. INAB. Guatemala.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2022a. Boletín estadístico (1998-2022). Coordinaciones de incentivos forestales. INAB, Guatemala.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2022b. Compendio de normativa forestal. INAB. Guatemala. 437 pp
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2021a. Gobierno de Guatemala. Sala de Prensa. Portal de recursos para prensa. <https://prensa.gob.gt/node/3342/printable/print>.

- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2021b. Guatemala Avanza en el mejoramiento genético de sus bosques. Boletín informativo. Octubre 2021. Dirección de Manejo y Restauración de Bosques. INAB. Guatemala.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2020. Fichas y Guía Descriptiva de Indicadores para la Evaluación del Estado de Conservación de los Bosques Estratégicos del INAB. Documento Serie Técnica GT-033(2020). INAB. Guatemala. 33 pp.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2020a. Manual de Criterios y parámetros PROBOSQUE. Tomo 1. INAB. Guatemala, 97 pp.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2020b. Calendario Forstal desde los Conocimientos Ancestrales y prácticas Tradicionales de los Pueblos Indígenas. 2ª. Ed. Serie Técnica GT-028(2020). INAB. Guatemala. 21 pp.
- INAB, CONAP, MAGA, MARN, UVG y URL. Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Universidad del Valle de Guatemala y Universidad Rafael Landívar. 2019. Cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de cobertura forestal 2010-2016
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2019. Revista Forestal de Guatemala. Edición 04. Septiembre 2019. INAB, Guatemala.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2017a. Plan Estratégico Institucional 2017-2031. Serie Institucional ES-004(2018)
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2017b. Informe de labores 2017. INAB. Guatemala
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2016. Plan Operativo Anual 2017. INAB, Guatemala.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2015. Estrategia Nacional de producción sostenible y uso eficiente de leña 2013-2024. Serie Institucional ES-002(2015). INAB. Guatemala. 32 pp.
- INAB. Instituto Nacional de Bosques. 2003. Inventario Forestal Nacional 2002-2003. FAO, Guatemala. 129 pp.
- INAB y IARNA-URL. Instituto Nacional de Bosques e Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y ambiente de la Universidad Rafael Landívar. 2012. Primer Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Genéticos Forestales en Guatemala. Guatemala. 186 pp.
- INE. Instituto Nacional de Estadística de Guatemala. 2018. Resultados del Censo 2018. <https://www.censopoblacion.gt/cuantosomos>
- IUCN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2021. Lanzamiento del proyecto “Barómetro de la restauración en Guatemala”. IUCN. <https://www.iucn.org/es/news/mexico-america-central-y-el-caribe/202108/lanzamiento-del-proyecto-barometro-de-la-restauracion-en-guatemala>.
- Linares, J., Herrera-Sosa, M.E., Velásquez-Méndez, L.D., Choxom-Chamorro, P.E., Ruiz-Chután, J.A. 2022. Análisis integral de especies arbóreas del género *Dalbergia* y similares, a través del Laboratorio Forense de Maderas para el fortalecimiento de la CITES en Guatemala. Laboratorio Forense de Maderas. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Livesley, S.J., McPherson, E.G. and Calfapietra, C. 2016. The urban forest and ecosystem services: Impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale. *Journal of Environmental Quality* 45(1):119-124.

- López, J. E. 2016. Efecto de la manipulación de los patrones de dispersión de semillas como mecanismo para potenciar el rol de los murciélagos frugívoros en la regeneración del bosque implicaciones en la restauración ambiental y captación de carbono atmosférico. (Informe final FODECYT 13-2013). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), Escuela de Biología-USAC.
- MAGA. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 2020. Determinación de la cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la república de Guatemala. Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos. MAGA, Guatemala. 239 pp.
- MAGA. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 2001. Base de datos digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000. Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE-ESPRED), Programa de Emergencia por Desastres Naturales (MAGA-BID), Unidad de Políticas e Información Estratégica (UPIE-MAGA). Guatemala. 110 pp.
- Manzanero-Mejía, M. 2020. Sistematización del modelo forestal comunitario de Petén en función de la sostenibilidad de la Reserva de Biósfera Maya. Asociación de Comunidades Forestales de Petén, ACOFOP. Guatemala. 52 pp.
- Manzanero, M. 2018. Metodología Parcelas Permanentes de muestreo de xate, aprovechamiento a distintas intensidades para definir el ciclo de corta, unidad de manejo Yaloch, Zona de Uso Múltiple, RBM. Petén, Guatemala. Rainforest Alliance, San Benito, Petén. 12 pp.
- MARN. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 2021. Contribución nacionalmente determinada. Guatemala 2021. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala. 89 pp.
- MARN. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 2015. Memoria de labores 2015. MARN. Guatemala.
- Márquez, M.P. 2003. Caracterización molecular y morfológica de progenies de árboles plus seleccionadas dentro del “Ensayos de procedencias y progenies de *Cordia alliodora* de Cenicafé-Colombia. Tesis de Postgrado. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 80 pp.
- Maselli, S. 2011. Análisis y cuantificación de la diversidad genética, dentro de la estrategia de manejo y conservación del pino blanco (*Pinus ayacahuite Ehren.*) en la república de Guatemala. Informe Final. Proyecto FODECYT No. 032-2008. SENACYT. Guatemala.
- Meave, J. A., Gallardo-Cruz, J. A., Hernández, C. A. M., Martínez-Camilo, R., Pérez, M. E. V., & Carabias, J. (coords). 2021. Tipos de vegetación de la cuenca del río Usumacinta. Universidad Iberoamericana, A. C.
- Méndez-Alarcón, M., Maselli, S., van Zonneveld, M., Loo, J., Snook, L., Oliva, A., Franco, A., Duminil, J. 2023. Implications of community forest management for the conservation of the genetic diversity of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla King, Meliaceae*) in the Maya Biosphere Reserve, Petén, Guatemala. *Trees, Forests and People* 11(2023) 100362.
- Namkoong, G. 1986. La genética y los bosques del futuro. *Unasyuva. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*. FAO. No. 152. Vol. 38.
- Nieves, A. E. 2023. Informe sobre los logros para el mantenimiento y mejoras del Banco de Semillas Forestales Central, BANSEFOR, y gestiones para el establecimiento de Bancos de semillas forestales en el interior del país. 12 de octubre, 2023. INAB. Guatemala.
- Palmberg-Lerche. 2001. Conservación de la diversidad biológica forestal y de los recursos genéticos forestales. *Recursos Genéticos Forestales*, No.29. FAO. Roma. 66 pp.

- Palmieri, M., Arévalo, L.A., Dardon, E. 2016. Evaluación del efecto del manejo forestal sobre la diversidad genética de caoba (*Swietenia macrophylla King*) y cedro (*Cedrela odorata L.*), en las concesiones forestales de la Reserva de Biósfera Maya. Informe final de proyecto. CONAP. Guatemala.
- Prado-Córdova, J.P., Pascual, G., Mateo, P., Osorio, S., Palacios, M., Solares, S. 2022. Viabilidad socioeconómica de la comercialización de semillas de *Abies guatemalensis* Rehder como estrategia complementaria para la conservación de la especie. Facultad de Agronomía. Informe de Consultoría. Facultad de Agronomía. USAC. Guatemala.
- Quezada-Aguilar, M.L., Rodas-Duarte, L.R., Hernández-Ruano, B.A., Marroquín-Tintí, A.A. 2018a. Encinos de Guatemala, estado de conservación y evaluación de servicios ecosistémicos. Fase III: Izabal, Zacapa y Chiquimula. Centro de Estudios Conservacionistas, CECON. Dirección General de Investigación, DIGI. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Quezada-Aguilar, M.L., Rodas—Duarte, L.R., Hernández-Ruano, B.A., Marroquín-Tintí, A.A. 2018b. Encinos de Guatemala, estado de conservación y evaluación de servicios ecosistémicos. Fase IV: Huehuetenango y Quiché. Centro de Estudios Conservacionistas, CECON. Dirección General de Investigación, DIGI. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Quezada-Aguilar, M.L., Rodas—Duarte, L.R., Marroquín-Tintí, A.A. 2016a. Diversidad de encinos en Guatemala; una alternativa para bosques energéticos, seguridad alimentaria y mitigación al cambio climático. Fase II. Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa. Centro de Estudios Conservacionistas, CECON. Dirección General de Investigación, DIGI. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Quezada-Aguilar, M.L., Rodas—Duarte, L.R., Marroquín-Tintí, A.A. 2016b. Diversidad de encinos en Guatemala; una alternativa para bosques energéticos, seguridad alimentaria y mitigación al cambio climático. Fase I. Las Verapaces y Petén. Centro de Estudios Conservacionistas, CECON. Dirección General de Investigación, DIGI. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rivera-Ardón, J.A., Berdúo-Sandoval, J.E., Ruiz-Chután, J.A., Kalousova, M., Melgar-Valladares, S.A. Estudio de diversidad genética del cedro nativo guatemalteco y establecimiento de una colección núcleo *in vitro*". Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación, DIGI. Guatemala.
- Rodas-Duarte, L.R., Quezada-Aguilar, M.L., y Marroquín-Tintí, A.A. 2020. Diversidad, uso, y valoración cultural de los encinos de la región central. Fase V: El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla. Centro de Estudios Conservacionistas, CECON. Dirección General de Investigación, DIGI. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rosales-Islas, E., Barrera-Tello, D., Sánchez-González, A., Galván-Hernández, D.M., Hernández-León, S.; Octavio-Aguilar, P. 2023. Caracterización morfológica y genética de las poblaciones de *Abies* en Hidalgo, México: Importancia de la identidad taxonómica para el aprovechamiento forestal. Botanical Sciences. 101(2): 417-434.
- Sánchez-Pérez, G.A., Ruiz-Chután, J. A., Ortega-España, J.M. 2022. Caracterización y diversidad genética de pimienta gorda (*Pimenta dioica*, *Myrtaceae*) como base para planes de manejo y explotación. Centro Universitario de Zacapa. Dirección General de Investigación, DIGI. Universidad de San Carlos de Guatemala. 45 pp.
- Sandoval, C., Gálvez, J., Pinillos, D. 2022. Bosques. Serie Perfil Ambiental de Guatemala. Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología, IARNA. Departamento de Ciencias Ambientales. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. Ed. Cara Parens. 44 pp.
- Thomas, E., Jalonen, R. Loo, J., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., Bordács, S., Smith, P. Bozzano, M. 2014. Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. *Forest Ecology and Management* 333 (2014) 66-75.
- Universidad del Valle de Guatemala y Universidad Rafael Landívar. 2012. Cobertura forestal de Guatemala 2010 y dinámica de cobertura forestal 2006-2010.

# ANEXOS

## ANEXO 1

Principales especies que se emplean actualmente, para el comercio interno y exportaciones (listado SEINEF, INAB, 2023)

No.	Código INAB especie	Especie
1	ACACSP	<i>Acacia</i> spp.
2	ACERSP	<i>Acer</i> spp.
3	ANACSP	<i>Anacardium</i> spp.
4	ALBISP	<i>Albizia</i> spp.
5	ALNUSP	<i>Alnus</i> spp.
6	AMYRSP	<i>Amyris</i> spp.
7	ASPISP	<i>Aspidosperma</i> spp.
8	CHROSP	<i>Chrysophyllum</i> spp.
9	BERNSP	<i>Bernonia</i> spp.
10	BOMBSP	<i>Bombax</i> spp.
11	SIMASP	<i>Simarouba</i> spp.
12	BUCHSP	<i>Buchenavia</i> spp.
13	CALLSP	<i>Calliandra</i> spp.
14	CALYSP	<i>Calycophyllum</i> spp.
15	CARYSP	<i>Caryocar</i> spp.
16	CECRSP	<i>Cecropia</i> spp.
17	CEDRSP	<i>Cedrela</i> spp.
18	CEIBSP	<i>Ceiba</i> spp.
19	CELTSP	<i>Celtis</i> spp.
20	CHRISP	<i>Chrisophylun</i> spp.
21	CITRSP	<i>Citrus</i> spp.
22	CLETSP	<i>Clethra</i> spp.
23	CLUSSP	<i>Clusia</i> spp.
24	COPASP	<i>Copaifera</i> spp.
25	CORDSP	<i>Cordia</i> spp.
26	COUMSP	<i>Couma</i> spp.
27	CROTSP	<i>Croton</i> spp.
28	CUPASP	<i>Cupania</i> spp.
29	DALBSP	<i>Dalbergia</i> spp.
30	DENDSP	<i>Dendrophanax</i> spp.
31	PROSSP	<i>Prosopis</i> spp.
32	DIALSP	<i>Dialyanthera</i> spp.
33	DIDYSP	<i>Didymopanax</i> spp.
34	DUSSSP	<i>Dussia</i> spp.
35	ERISSP	<i>Erisma</i> spp.
36	ERYTSP	<i>Erythrina</i> spp.
37	ESCHSP	<i>Eschweilera</i> spp.
38	EUCASP	<i>Eucalyptus</i> spp.
39	FICUSP	<i>Ficus</i> spp.
40	FRAXSP	<i>Fraxinus</i> spp.
41	GUARSP	<i>Guarea</i> spp.
42	HEDYSP	<i>Hedyosmum</i> spp.
43	HYMESP	<i>Hymenaea</i> spp.
44	INGASP	<i>Inga</i> spp.
45	JUGLSP	<i>Juglans</i> spp.

## Anexo 1. Continuación

No.	Código INAB especie	Especie
46	KARWSP	Karwinskia spp.
47	LAETSP	Laetia spp.
48	LAPLSP	Laplacea spp.
49	LAURSP	Lauraceae spp.
50	LICASP	Licaria spp.
51	LYSISP	Lysiloma spp.
52	MAGNSP	Magnolia spp.
53	MANGSP	Mangifera spp.
54	MANISP	Manilkara spp.
55	MELSSP	Meliosma spp.
56	MICOSP	Miconia spp.
57	MORTSP	Mortoni dendron spp.
58	MOURSP	Mouriri spp.
59	NECTSP	Nectandra spp.
60	OCOTSP	Ocotea spp.
61	ORMOSP	Ormosia spp.
62	OTRASP	Otra spp.
63	PARASP	Parathesis spp.
64	PASSSP	Passiflora spp.
65	PAULSP	Paulownia spp.
66	PERSSP	Persea spp.
67	PERYSP	Perymenium spp.
68	PHOESP	Phoebe spp.
69	PINUSP	Pinus spp.
70	PODOSP	Podocarpus spp.
71	POUTSP	Pouteria spp.
72	PSIDSP	Psidium spp.
73	PTERSP	Pterocarpus spp.
74	QUERSP	Quercus spp.
75	SALVSP	Salvia spp.
76	SAPISP	Sapium spp.
77	SLOASP	Sloanea spp.
78	SOLASP	Solanum spp.
79	SPP	spp.
80	TABESP	Tabebuia spp.
81	TRICSP	Trichospermum spp.
82	ULMUSP	Ulmus spp.
83	VIBUSP	Viburnum spp.
84	VOCHSP	Vochysia spp.
85	ZANTSP	Zanthoxylum spp.
86	COCCSP	Coccoloba spp.
87	COFFSP	Coffea spp.
88	COLUSP	Colubrina spp.
89	CRESSP	Crescentia spp.
90	PITHSP	Pithecellobium spp.
91	SALISP	Salix spp.
92	CASUSP	Casuarina spp.
93	TALASP	Talauma spp.
94	DIPHSP	Diphysa spp.
95	CITHSP	Citharexylon spp.
96	PRUNSP	Prunus spp.
97	RAPASP	Rapanea spp.

## Anexo 1. Continuación

No.	Código INAB especie	Especie
98	MYROSP	<i>Myroxylon</i> spp.
99	LIQUISP	<i>Liquidambar</i> spp.
100	ANNOSP	<i>Annona</i> spp.
101	CARYASP	<i>Carya</i> spp.
102	LONCSP	<i>Lonchocarpus</i> spp.
103	MYRISP	<i>Myrciaria</i> spp.
104	VERNOSP	<i>Vernonia</i> spp.
105	SAMBSP	<i>Sambucus</i> spp.
106	GLIRSP	<i>Gliricidia</i> spp.
107	MACASP	<i>Macadamia</i> spp.
108	BYRSSP	<i>Byrsonima</i> spp.
109	PLATSP	<i>Platymiscium</i> spp.
110	AMPESP	<i>Ampelocera</i> spp.
111	ASTROSP	<i>Astronium</i> spp.
112	BROSISP	<i>Brosimum</i> spp.
113	COCHOSP	<i>Cochlospermum</i> spp.
114	CONDSP	<i>Condalia</i> spp.
115	CYNOSP	<i>Cynometra</i> spp.
116	FAGASP	<i>Fagara</i> spp.
117	GEOFSP	<i>Geoffroea</i> spp.
118	HYPESP	<i>Hyperbaena</i> spp.
119	RONDSP	<i>Rondeletia</i> spp.
120	SCHISP	<i>Schinus</i> spp.
121	STILSP	<i>Stillingia</i> spp.
122	VERBSP	<i>Verbesina</i> spp.
123	WEINSP	<i>Weinmannia</i> spp.
124	UNONSP	<i>Unonopsis</i> spp.
125	EUGESP	<i>Eugenia</i> spp.
126	PIMISP	<i>Pimienta</i> spp.
127	ESENSP	<i>Esenbeckia</i> spp.
128	SAURSP	<i>Saurauia</i> spp.
129	SAMASP	<i>Samanea</i> spp.
130	MUNTSP	<i>Muntingia</i> spp.
131	LABUSP	<i>Laburnum</i> spp.
132	ARAUSP	<i>Araucaria</i> spp.

Fuente: SEINEF, INAB, 2023.

## ANEXO 2

Proyectos, iniciativas, actividades y estudios relacionados con restauración de bosques, ecosistemas y el paisaje forestal

Proyecto	Año de ejecución	Institución	Lugar de ejecución	Resultados principales	Financiamiento
<b>Universidades</b>					
Restauración Ecológica Participativa del Ecosistema de Manglar, de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico -RNUMM-	2016	CECON/USAC	Monterrico, Taxisco Santa Rosa	Restauración Manglares del Pacífico de Guatemala	DIGI/USAC
Monitoreo de la degradación forestal en el ecosistema de manglar pacífico a través de sensores remotos y el uso de Vehículos Aéreos No Tripulados	2017	CECON/USAC		Metodología para el Monitoreo de Mangle	DIGI/USAC
Fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos	2017-2018	USAC	Volcán Tacaná, Sn. Marcos	determinaron los patrones fenológicos de 10 especies potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos	DIGI/USAC
Modelos innovadores para la gestión intersectorial de la diversidad biológica: contribución de las reservas naturales privadas a las metas nacionales de restauración del paisaje forestal	2018	CECON/USAC	Reserva Natural Los Laureles	Propuesta modelo de gestión para la Reserva Natural Los Laureles, como un proceso de restauración ecológica incluyente,	DIGI/USAC
Espectro de dispersión de diásporas de la vegetación potencial para restauración en bosques tropicales de la Reserva de Biosfera Maya.	2020	CECON/USAC	RBM Petén	Caracterizar los síndromes de dispersión de semillas en distintas zonas de la RBM, identificar el patrón dominante de síndrome de dispersión y describir el espectro de dispersión de diásporas en la Reserva.	DIGI/USAC
Germinación y producción de plantas alimenticias del quetzal ( <i>Pharomachrus mocinno</i> De la Llave, 1832) potencialmente útiles para programas de restauración	2022-2023	USAC	Biotopo del Quetzal	Se evaluó la capacidad germinativa de 9 especies	DIGI/USAC
Conservation of threatened trees species to secure the survival of Guatemala's national bird	2022-2024	CECON/USAC	Biotopo del Quetzal	Propagación sexual y asexual de plantas alimenticias del quetzal, en particular de <i>Parathesis trivisiae</i> , y evaluación de su estado poblacional	Fundación Franklinia - Botanic Gardens Conservation International
Propuesta de restauración del paisaje forestal de Sierra Chinajá (Tesis)	2018	URL	Raxruhá, Alta Verapaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>* creación de un plan de restauración del paisaje forestal</li> <li>* identificación de 60 especies de árboles, distribuidas en 30 familias y 59 géneros.</li> <li>* especies con mayor dominancia en el ecosistema fueron <i>Guazuma ulmifolia</i>, <i>Brosimum alicastrum</i> y <i>Enterolobium cyclocarpum</i></li> <li>* 10 de especies forestales para que puedan ser utilizadas en planes de restauración de</li> </ul>	

## Anexo 2. Continuación

				las áreas remanentes de bosque secundario que servirá como fuente de semillas,	
Conocimiento de la conectividad del ecosistema manglar de tres municipios del litoral Pacífico de Guatemala para la priorización de áreas de conservación y restauración.	2020	Facultad CQQ Y Farmacia, USAC, ITTO	Litoral Pacífico		
Guía práctica de evaluación de la degradación del suelo para proyectos de la modalidad de Restauración de Tierras Forestales degradadas en el Programa de Incentivos Forestales	022	FAUSAC Departamento de Restauración Forestal, INAB			
Análisis de éxito y/o fracaso de procesos de restauración forestal en el ecosistema Manglar del parque Hawai, Taxisco, Sta. Rosa	2021	CUNSUROC	Santa Rosa		ARCAS
Identificación y caracterización de sitios potenciales de restauración en el parque Hawai, Guatemala	2022	CUNSUROC, ARCAS, CEFE/ Subregión IV-2 Santa Rosa	Santa Rosa		
Sistematización de experiencias de restauración productiva con fines energéticos en los parcelamientos Brisas del Mar y Esteros de Acción	2023	CUNSUROC Departamento de Restauración Forestal, INAB	Retalhulehu		
Creación de un programa de restauración del paisaje forestal en Guatemala, tomando como base las directrices de la OIMT -FASE I-	2019	CUNOROC, ITTO, Departamento de Restauración Forestal, INAB			
Manual de restauración de bosque nuboso	2022-2023	CUNOROC Departamento de Restauración Forestal, INAB			
Sistemas agroforestales potenciales para la restauración del paisaje forestal	2017-2018	FAUSAC, FAO			
Caracterización biofísica de sistemas silvopastoriles para la identificación de elementos de utilidad para la implementación de acciones de restauración del paisaje forestal en Escuintla, Guatemala.	2021-2022	FAUSAC			
Propuesta de metodología de monitoreo de procesos de restauración en proyectos PROBOSQUE	2022-2023	FAUSAC, Departamento de Restauración Forestal, INAB			

## Anexo 2. Continuación

Institutos de Investigación					
Contribuyendo a paisajes socio-ecológicos resilientes ante el cambio climático para la prosperidad y nutrición familiar en Guatemala y El Salvador 2023-2025	2023-2025	ICC Instituto de Cambio Climático		<ul style="list-style-type: none"> <li>* Garantizar la protección de áreas boscosas de los municipios de intervención.</li> <li>* Dos áreas de cobertura boscosa (comunitaria/municipal fortalecidas en su manejo y conservación en Guatemala).</li> <li>* Dos viveros forestales en Guatemala creados o fortalecidos</li> </ul>	AECID Agencia de Cooperación Española
Restauración del Paisaje Forestal en la Cadena Volcánica Central de Guatemala	Inició 2021, activo	ICC Instituto de Cambio Climático	Cadena volcánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Establecimiento de 7 viveros forestales</li> <li>* Establecimiento de plantaciones forestales y Sistemas agroforestales</li> </ul>	PNUD
Modelo para la restauración productiva de bosques riparios en las cuencas hidrográficas de los ríos Coyolate y Acomé de la vertiente del Pacífico de Guatemala.	2015	ICC Instituto de Cambio Climático	Pacífico de Guatemala	Generar un modelo de manejo de bosques riparios o de ribera para contribuir con la estrategia de restauración del paisaje forestal en el país	UICN
Instituciones del gobierno					
Proyecto de inversión en restauración de ecosistemas y paisajes	2020	MARN INAB	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ocho municipios de la Costa Sur</li> <li>* Escuintla: Sipacate, San José, Iztapa</li> <li>* Santa Rosa: Guazacapán, Taxisco, Chiquimulilla</li> <li>* Jutiapa: Pasaco y Moyuta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Restauración y protección de más de 10,500 ha de bosques</li> </ul>	Fondo de Desarrollo Verde para la Región SICA, financiado por la Unión Europea y el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de la República Federal de Alemania
Instituciones dedicadas a la conservación					
Restauración productiva de bosques en comunidades ubicadas en zonas de recuperación, uso especial y de amortiguamiento en tres áreas	2019	Defensores de la Naturaleza	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Reserva de Biósfera Sierra de las Minas</li> <li>* Refugio de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* protección y manejo adecuado de 180,000 hectáreas de bosque natural, así como la restauración</li> <li>* recuperación de 900 hectáreas de tierras degradadas, por medio de actividades</li> </ul>	Heifer Internacional Guatemala y Oro Verde de

## Anexo 2. Continuación

protegidas de Guatemala			Vida Silvestre Bocas del Polochic * Parque Nacional Sierra del Lacandón	productivas, rentables y sostenibles	Alemania
Proyecto demostrativo: Restauración de ecosistemas forestales de importancia hidrológica y fortalecimiento de la gobernanza hídrica en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Cuenca del río Motagua, Guatemala	2022	Defensores de la Naturaleza	Cuenca del río Motagua		
Juntos Reforestemos Guatemala	2022-2031	Defensores de la Naturaleza	Parque Nacional Sierra del Lacandón y Reserva de Biosfera Sierra de las Minas	* Restauración ecológica y productiva en áreas degradadas de Áreas protegidas	FDN - Rain Forest Alliance
Árbol x Árbol	2022-2027	Defensores de la Naturaleza	Parque Nacional Sierra del Lacandón	Implementación de medidas de restauración ecológica y productiva	FDN, Oro Verde
Proyectos Lacandon Bosques para la vida	2015	Defensores de la Naturaleza	Parque Nacional Sierra del Lacandón	* Establecimiento de sistemas agroforestales * proceso de certificación de reducción de emisiones REDD+	BMZ:Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de <i>Alemania</i>
Seguimiento al plan de manejo de la Subcuenca Teculután y Río Hondo	2020-2022	Defensores de la Naturaleza	Reserva de Biósfera Sierra de las Minas	Reforestación para restauración de áreas desprovistas de bosques	Coca Cola
Proyecto de Reforestación Pasabién	2023	Defensores de la Naturaleza	Reserva de Biósfera Sierra de las Minas	Reforestación para restauración de áreas desprovistas de bosques	Cooperación internacional Estados Unidos
Quauhtlemallan, Fortalecimiento municipal, restauración forestal, en la cuenca del lago de Amatitlán	2021-2024	Defensores de la Naturaleza	Amatitlán	Fortalecimiento municipal enfocado a la restauración de paisajes	BMZ:Ministerio Federal de Cooperación

## Anexo 2. Continuación

					Económica y Desarrollo de <i>Alemania</i>
<b>Organismos internacionales</b>					
Plan de restauración de bosques de ribera del Río Ocosito	2020	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID.	Cuenca del río Ocosito, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos	* Determinación de áreas potenciales de restauración * Metodología de implementación de acciones de restauración	USAID

**Fuente:** Elaborado por Maselli, S. con información proporcionada por las instituciones para este informe.

## ANEXO 2.1.

Proyectos, iniciativas, actividades de promoción del manejo sostenible de bosques, manejo forestal y adaptación al cambio climático

Proyecto	Año de ejecución	Instituciones	Lugar de ejecución	Resultados Principales	Financiamiento
Fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático de productores agroforestales del sur de Petén, mediante el manejo forestal y desarrollo de negocios sostenibles	2008-2021	FAO Cooperación coreana, Koica Mesa Intersectorial de Tierra y Ambiente, MITA Asociación Balam INAB	Sur este de Petén	* Restauración del Paisaje Forestal degradado * Desarrollo Económico Local	Cooperación coreana, Koica
Adaptación de comunidades rurales a la variabilidad y cambio climático para mejorar su resiliencia y medios de vida en Guatemala	2019-2023	FAO, INAB, MAGA, MARN, CONAP, Municipalidad de San Juan Chamelco y de Cobán	Alta y Baja Verapaz, Petén	* Implementación de prácticas de adaptación al cambio climático en los medios de vida * Agregación de valor a las cadenas productivas de café, cardamomo, cacao y madera, a través de apoyo en la búsqueda de mercados e infraestructura productiva. * Fortalecimiento de capacidades a instituciones gubernamentales, no gubernamentales y organizaciones de productores en temas de adaptación al cambio climático.	FAO
Medios de vida resilientes de pequeños agricultores vulnerables en los paisajes mayas del Corredor Seco de Guatemala -RELIVE	2023-2030	FAO, INAB, MAGA, MARN, CONAP, INSIVUMEG	Petén, Alta y Baja Verapaz, Zacapa y Chiquimula	* Implementación de prácticas de adaptación al cambio climático en los medios de vida * Agregación de valor a las cadenas productivas de café y cacao, a través de apoyo en la búsqueda de mercados e infraestructura productiva * Fortalecimiento de capacidades a instituciones gubernamentales, no	FAO

## ANEXO 2.1. Continuación

				gubernamentales y organizaciones de productores en temas de adaptación al cambio climático.	
"La adaptación de comunidades rurales y la variabilidad y cambio climático para mejorar su resiliencia y sus medios de vida en Guatemala	2018-2023	MAGA, INAB, FEDECOVERA, ACOFOP, BALAM/COACAP, Utz Che', FUNDALACHUA	10 municipios de Alta y Baja Verapaz y Petén.	* Recuperación del paisaje forestal y tierras degradadas * Planes de manejo forestal	Cooperación coreana, Koica
Manejo Sostenible de los Bosques y Múltiples Beneficios Ambientales Globales	2014-2018	MARN, INAB, CONAP, MAGA, SEGEPLAN, INE, FUNDAECO	Bosque seco en Suroriente: Santa Rosa, Jalapa, y Jutiapa Bosque húmedo del Altiplano Occidental; Huehuetenango	* Gestión de suelo y bosques * Conservación de la biodiversidad * Servicios ecosistémicos	PNUD
Promoviendo territorios sostenibles y resilientes en paisajes de la cadena volcánica central en Guatemala	2016-2017	MARN Municipalidades	32 Municipios de la Cadena Volcánica en los Departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Chimaltenango, Sololá Suchitepéquez, Sacatepequez, Escuintla,	* Fortalecimiento de capacidades en gestión sostenible de tierra y bosque, biodiversidad y pagos por servicios ambientales. * Fortalecimiento de capacidades en gestión sostenible de tierra y bosque por organizaciones de la sociedad civil * Políticas forestales municipales	PNUD
Aportes para el manejo contemporáneo de la caoba en la Ecorregión Lachuá: un legado de la Forestería Ancestral Maya de Nueve Cerros.	2013-2017	CECON/USAC	Parque Lachuá, Alta Verapaz	El Parque funciona actualmente como la "maternidad" para plántulas de caoba y como un reservorio genético, lo cual puede ser la fuente de semillas para restaurar la población de caoba en la Zona de Influencia,	SENACYT
Plan de monitoreo del bosque seco en Guatemala	2021	UVG, Conservación Ecosistemas Forestales Estratégicos, CEFE Depto. Investigación Forestal, INAB			KFW Banco Alemán de Desarrollo
Guía para el establecimiento y mantenimiento de parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones forestales de Guatemala	2019	Depto. de Investigación Forestal, INAB			

## ANEXO 2.1. Continuación

Proyecto	Año de ejecución	Instituciones	Lugar de ejecución	Resultados Principales	Financiamiento
Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de Biosfera Maya.	2015	CECON/USAC	RBM, Petén		DIGI
Plan de monitoreo de especies forestales en bosque natural latifoliado con fines de certificación de incentivos forestales de la Ley PROBOSQUE, Guatemala	2018	FAUSAC, Depto. Investigación forestal, INAB.			
Guía para el establecimiento y mantenimiento de Parcelas Permanentes de Medición Forestal en Plantaciones Forestales de Guatemala	2019	Depto. Investigación forestal, INAB			
Análisis comparativo de prácticas tradicionales sobre uso del bosque y su aporte en la adaptación al cambio climático	2016	ARNPG		* Producción sostenible * manejo forestal	ARNPG
Sistematización y valoración económica del proceso de restauración del ecosistema manglar de la Finca “30 de Julio”, Retalhuleu	2022	CUNSUROC			Rainforest Alliance
Sistematización y valoración económica del proceso de restauración del ecosistema manglar de la Finca “Garita Grande”, Champerico, Retalhuleu	2022	CUNSUROC	Champerico, Retalhuleu		Rainforest Alliance
Fichas y guía descriptiva de indicadores para la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas forestales estratégicos de INAB.	2017-2018	MEM, MINEDUC, MSPAS, MAGA, SAA, SESAN, CONAP, INE, FAO			
Guía para el establecimiento y monitoreo de Parcelas Permanentes de Medición Forestal en el Ecosistema Manglar de Guatemala	2017-2018	MEM, MINEDUC, MSPAS, MAGA, SAA, SESAN, CONAP, INE, FAO			
Guía para la identificación de los ecosistemas forestales estratégicos del INAB.	2017-2018	MEM, MINEDUC, MSPAS, MAGA, SAA, SESAN, CONAP, INE, FAO			

## ANEXO 2.2. Estudios de riqueza, diversidad, distribución y estado de conservación de especies forestales

Proyecto	Año de ejecución	Institución	Lugar de ejecución	Resultados principales	Financiamiento
Diversidad de encinos en Guatemala; una alternativa para bosques energéticos, seguridad alimentaria y mitigación del cambio climático. Fase I. Las Verapaces y Petén	2015	CECON/USAC	Verapaces y Petén	Actualización de encinos de Guatemala departamentos Alta Verapaz, Baja Verapaz Petén	Dirección General de Investigación DIGI/USAC
Diversidad de encinos en Guatemala; una alternativa para bosques energéticos, seguridad alimentaria y mitigación del cambio climático. Fase II. Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa	2016	CECON/USAC	Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa	Actualización Encinos de Guatemala Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa	Dirección General de Investigación DIGI/USAC
Diversidad de encinos de Guatemala; estado de conservación y evaluación de servicios ecosistémicos. Fase III. Izabal, Zacapa y Chiquimula	2017	CECON/USAC	Zacapa, Chiquimula, Izabal	Actualización Encinos de Guatemala Zacapa, Chiquimula, Izabal	Dirección General de Investigación DIGI/USAC
Diversidad de encinos de Guatemala; estado de conservación y evaluación de servicios ecosistémicos. Fase IV. Huehuetenango y Quiché	2018	CECON/USAC	Huehuetenango y Quiché	Actualización Encinos de Guatemala Huehuetenango y Quiché	Dirección General de Investigación DIGI/USAC
Diversidad, uso y valoración cultural de los encinos de la región central. Fase V: El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla	2019	CECON/USAC	El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla	Actualización de Encinos de Guatemala, El Progreso, Sacatepéquez, Escuintla, Guatemala	Dirección General de Investigación DIGI/USAC
Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica.	2017	CECON/USAC	RBM, Petén	Catálogo de frutos y semillas para la identificación de especies forestales del Petén Guatemala	Dirección General de Investigación DIGI/USAC
Surveying and cultivation of two <i>Quercus</i> Priority species in a biodiversity hotspot in Guatemala for conservation.	2011	BUAP/CECON	Guatemala - México	Actualización encinos de Guatemala , colectas en sitios con vacíos de información búsqueda de <i>Q. flagellifera</i> y <i>Q. vicentesis</i> .	Global Consortium Conservation Oaks, Botanical Gardens Conservation International
Supporting sustainable livelihoods and tree conservation in the Trifinio Biosphere Reserve, Morton Arboretum-GCCO-Guatemala-Walder Foundation 2023-2026	2023 - 2026	Academia de Ciencias médicas, Físicas y Naturales	Guatemala- Honduras, El Salvador, México	Actualización de especies arbóreas de importancia en el Trifinio y establecimiento de viveros de especies en peligro	Global Consortium Conservation Oaks, Botanical Gardens Conservation International
Prospección del chipe mejillas doradas ( <i>Setophaga chrysoparia</i> ) en Reservas Naturales Privadas dentro de la Ecorregión Pino Encino de Mesoamérica	2019	ARNPG	Cadena volcánica central San Marcos y Occidente	Conservación y gestión sostenible de la biodiversidad	ARNPG

## ANEXO 2.2. Continuación

Proyecto	Año de ejecución	Institución	Lugar de ejecución	Resultados principales	Financiamiento
Estudio de la importancia ecológica y diversidad florística de las especies forestales del bosque de galería de la finca La Montañita, en Aldea La Montañita, del Municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.	2019	CUNSARO, ITTO Departamento de Restauración Forestal	Sn. Agustín Acasaguastlán, El Progreso		ITTO
Diversidad y estructura de la vegetación de bosques pino-encino de la parte norte de la microcuenca Chuiscalera de la Cuenca de Lago de Atitlán, en los municipios de San José Chacayá, Sololá y Santa Lucía Utatlán del departamento de Sololá para priorización de especies a utilizar en los procesos de restauración.	2020	Facultad CQQ Y Farmacia, USAC, ITTO Departamento de Restauración Forestal	Cuenca Lago de Atitlán, Sololá		ITTO
Análisis integral de especies arbóreas del género <i>Dalbergia</i> y similares, a través del laboratorio forense de maderas para el fortalecimiento de la CITES en Guatemala.	2022	Laboratorio Forense de Maderas. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.	Petén y Alta Verapaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 19 especies registradas (13 arbóreas y 6 bejucos)</li> <li>* Identificación de dos posible nuevas especies</li> <li>* Nuevos registros de distribución para el Género</li> </ul>	Unión Europea
Estudio botánico y fenológico de las especies <i>Swietenia humilis</i> Zucc., <i>Guaiaacum sanctum</i> L. y especies arbóreas del género <i>Dalbergia</i> en la Costa Sur y Oriente de Guatemala en los meses de abril a noviembre de 2014 (Tesis)	2014	Facultad de Agronomía, USAC	Costa Sur y Oriente de Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Marco de distribución natural general de las especies arbóreas</li> </ul>	
Primera aproximación del estado de conservación de los manglares en Guatemala, período 2000-2021	2021	CONAP, Instituto de Cambio Climático, ICC,			ARCAS, Rainforest Alliance
Degradación de los manglares en Guatemala	2023	Ecosistemas Forestales Estratégicos, CEFE			
Dinámica ecológica de comunidades de pinabete ( <i>Abies guatemalensis</i> Rehder) del altiplano occidental de Guatemala	2023	CUNOROC Ecosistemas Forestales Estratégicos, CEFE	Altiplano occidental		

## ANEXO 2.2. Continuación

Proyecto	Año de ejecución	Institución	Lugar de ejecución	Resultados principales	Financiamiento
Identificación de especies forestales y arbustivas apropiadas para la conservación y protección de fuentes de agua superficiales, dentro del parque regional municipal de Esquipulas Palo gordo, San Marcos	2023	CUSAM, Ecosistemas Forestales Estratégicos, CEFE	San Marcos		
Identificación de especies forestales y arbustivas apropiadas para la conservación y protección de fuentes de agua superficiales, ubicadas en municipios del Altiplano Occidental de Guatemala	2023	CUSAM, Ecosistemas Forestales Estratégicos, CEFE	Altiplano Occidental		

**Fuente:** Elaborado por Maselli, S. con información proporcionada por las instituciones para este informe.

### ANEXO 2.3. Actividades, estudios y proyectos de mejoramiento genético y propagación de especies forestales

Proyecto	Año de ejecución	Institución	Lugar de ejecución	Resultados principales	Financiamiento
Evaluación de la respuesta de micro estacas de <i>Conocarpus erectus</i> a la Propagación <i>in vitro</i> en el medio de cultivo para plantas leñosas (WPM)	2022	CUNSUROC, RA CEFE/Región IX			
Guía de Injertos para la especie <i>Roseodendron Donnell-smithii</i> Rose (Palo Blanco)	2022	FAUSAC Depto. de semillas y RGF, INAB			
Evaluación del ensayo de procedencia progenie de <i>Pinus maximinoi</i> H.E. Moore en Finca La Lagunilla, Jalapa, Guatemala.	2021	CUNSURORI Depto. de semillas y RGF, INAB	Jalapa		
Evaluación del desarrollo de materiales superiores de Palo Blanco, en Nuevo San Carlos, Retalhuleu	2021 - 2022	FAUSAC Depto. de semillas y RGF, INAB	Retalhuleu		
Diagnóstico de mercado de semilla y planta forestal (oferta y demanda) de especies forestales adaptadas a las condiciones climáticas, culturales, comerciales y de restauración del Altiplano del país	2022	Depto. de Restauración Forestal, Depto. de semillas y RGF, INAB	Altiplano		
Caracterización de fenotipos superiores para mejoramiento genético de <i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl (ocote) en áreas de distribución natural de la región VII de INAB	2023	CUNOROC	Huehuetenango		
Reproducción asexual de <i>Dalbergia retusa</i>	2023	Acción Forestal Integral Depto. de semillas y RGF, INAB			
Sistematización fenológica en fuentes semilleras de especies forestales prioritarias	2023	FAUSAC Depto. de semillas y RGF, INAB			
Genética del pinabete	2023	FAUSAC. Ecosistemas Forestales Estratégicos, CEFE			
Prendimiento de plántula de regeneración natural proveniente de plantación de <i>Abies guatemalensis</i> (Rehder (Pinabete) trasplantada a bolsa, en 4 sitios en los departamentos de Quetzaltenango, Huehuetenango, Chimaltenango y Totonicapán	2023	CUNOROC Ecosistemas Forestales Estratégicos, CEFE	Quetzaltenango, Huehuetenango, Chimaltenango, Totonicapán		
Evaluación y caracterización de un ensayo de progenies de <i>Pinus caribaea</i> Morelet en Finca los Irayoles, Izabal, Guatemala	2021-2022	URL Depto. de semillas y RGF, INAB			
Respuesta de desarrollo primario de <i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda a la inoculación de bioenraizadores en la fase de vivero	2022-2023	FAUSAC Depto. de semillas y RGF, INAB			

**Fuente:** Elaborado por Maselli, S. con información proporcionada por las instituciones para este informe.

**ANEXO 2.4.** Proyectos reportados para este informe relacionados con vegetación y ecosistemas forestales

Proyecto	Año de ejecución	Institución	Lugar de ejecución	Resultados principales	Financiamiento
Los servicios ecosistémicos urbanos en las ciudades de Quetzaltenango y la Antigua Guatemala	2013	CDC-CECON, USAC	Quetzaltenango, Antigua	Evaluó uso de suelo y cobertura natural para identificar posibles servicios ecosistémicos	DIGI
Dinámica de la regeneración natural de un bosque tropical como fundamento para el desarrollo de estrategias de restauración ecológica en la Reserva de Biosfera Maya	2015	CDC-CECON, USAC			DIGI
Arbolado urbano y calidad de vida: El caso de la Ciudad de Guatemala de la Asunción	2022	CDC-CECON, USAC	Capital	Identificación de especies de árboles urbanos y su contribución a los servicios ecosistémicos	DIGI
Usos del bosque en Reservas Naturales Privadas y su contribución a la Seguridad Alimentaria y Nutricional	2018	ARNPG		Producción sostenible y manejo foresta	ARNPG
Especies arbóreas en el ecosistema manglar de Guatemala	2019	CUNSUROC			PNUD
					ITTO

**Fuente:** Elaborado por Maselli, S. con información proporcionada por las instituciones para este informe.

**ANEXO 3.** Especies forestales empleados por la Municipalidad de Guatemala para la restauración forestal y ornamentación de la Capital

No.	Nombre científico	Nombre común	Origen de la especie	Año de uso	Actividad
1	<i>Alnus sp.</i>	Aliso	nativa	2013-2023	Restauración forestal en barrancos
2	<i>Annona muricata</i>	Guanaba	nativa	2013-2023	Restauración forestal en barrancos
3	<i>Bursera simaruba</i>	Palo jiote	nativa	2013-2023	Restauración forestal en barrancos
4	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	nativa	2013-2023	Ornamental en área urbana / Restauración forestal en barrancos
5	<i>Callistemon sp.</i>	Callistemo	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana
6	<i>Casimiroa sp.</i>	Matazano	nativa	2013-2023	Ornamental en área urbana / Restauración forestal en barrancos
7	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	nativa	2013-2023	Ornamental en área urbana
8	<i>Citharexylum donnel smithii</i>	Coralillo	nativa	2013-2023	Restauración forestal en barrancos
9	<i>Cupressus lucitanica</i>	Ciprés	nativa	2013-2023	Restauración forestal en barrancos
10	<i>Delonix regia</i>	Flamboyán	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana
11	<i>Diphysa americana</i>	Guachipilin	nativa	2013-2023	Restauración forestal en barrancos
12	<i>Eriobotrya japonica</i>	Nispero	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana / Restauración forestal en barrancos
13	<i>Eugenia uniflora L.</i>	Eugenia	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana
14	<i>Fraxinus sp.</i>	Frezno	exótica	2013-2023	Ornamental
15	<i>Grevillea robusta</i>	Gravillea	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana
16	<i>Inga paterno Harms</i>	Paterna	nativa	2013-2023	Restauración forestal en barrancos
17	<i>Inga sp.</i>	Cushin	nativa	2013-2023	Restauración forestal en barrancos
18	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana
19	<i>Koelreuteria paniculata</i>	Koelreuteria	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana
20	<i>Ligustrum sp.</i>	Trueno	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana
21	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidambar	nativa	2013-2023	Ornamental en área urbana / Restauración forestal en barrancos
22	<i>Magnolia champaca</i>	Magnolia	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana
23	<i>Olmediella betschleriana</i>	Manzanote	nativa	2013-2023	Ornamental en área urbana / Restauración forestal en barrancos
24	<i>Pinus oocarpa</i>	pino	nativa	2013-2023	Restauración forestal en barrancos
25	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Hormigo	nativa	2013-2023	Ornamental en área urbana / Restauración forestal en barrancos
26	<i>Populus nigra</i>	Chopo	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana
27	<i>Prunus sp.</i>	Almendro	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana
28	<i>Psidium sp</i>	Guayaba	nativa	2013-2023	Restauración forestal en barrancos
29	<i>Quercus sp.</i>	Encino	naiva	2013-2023	Restauración forestal en barrancos

### ANEXO 3. Continuación

30	<i>Syzygium sp.</i>	Manzana rosa	exótica	2013-2023	Ornamental en área urbana / Restauración forestal en barrancos
31	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Cortéz	Nativa	2013-2023	Ornamental en área urbana
32	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	Palo blanco	nativa	2013-2023	Restauración forestal en barrancos
33	<i>Tabebuia rosea</i>	Matilisquate	nativa	2013-2023	Ornamental en área urbana / Restauración forestal en barrancos
34	<i>Tecoma stans</i>	Timboque	nativa	2013-2023	Ornamental en área urbana / Restauración forestal en barrancos

**Fuente:** Elaborado con información proporcionada por la Municipalidad de Guatemala para este informe

**ANEXO 4.** Especies de árboles nativos potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos y para alimentos de Quetzal (CECON/USAC)

Nombre científico	Nombre común	Lugar del trabajo/investigación	Año	Proyecto o estudio relacionado a la especie
<i>Hedyosmum mexicanum</i>	Hoja de Té, Pata de Chunto	Volcán Tacaná, Sibinal-San Marcos	2017	Fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos
<i>Ocotea salvinii</i>	Aguacatillo, Canoj	Volcán Tacaná, Sibinal-San Marcos	2017	Fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos
<i>Litsea glaucescens</i>	Laurel	Volcán Tacaná, Sibinal-San Marcos	2017	Fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos
<i>Miconia glaberrima</i>	Zacatzán	Volcán Tacaná, Sibinal-San Marcos	2017	Fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos
<i>Fuchsia arborescens</i>	Palo de Reyna	Volcán Tacaná, Sibinal-San Marcos	2017	Fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos
<i>Prunus lundelliana</i>	Cerecillo	Volcán Tacaná, Sibinal-San Marcos	2017	Fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos
<i>Prunus brachybotrya</i>	Palo Negro	Volcán Tacaná, Sibinal-San Marcos	2017	Fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	Kanac	Volcán Tacaná, Sibinal-San Marcos	2017	Fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos
<i>Cornus disciflora</i>	Zapuyul, Frutillo	Volcán Tacaná, Sibinal-San Marcos	2017	Fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos
<i>Parathesis reflexa</i>	Chims	Volcán Tacaná, Sibinal-San Marcos	2017	Fenología reproductiva de árboles potencialmente útiles para restaurar bosques nubosos
<i>Clusia guatemalensis</i>	Oreja de Burro Chiquita	Biotopo del Quetzal, Purulhá-Baja Verapaz	2022-2024	Germinación y producción de plantas alimenticias del quetzal ( <i>Pharomachrus mocinno</i> De la Llave, 1832) potencialmente útiles para programas de restauración
<i>Rhamnus capreifolia</i>	Palo Amarillo, Ilamo Negro	Biotopo del Quetzal, Purulhá-Baja Verapaz	2022-2024	Germinación y producción de plantas alimenticias del quetzal ( <i>Pharomachrus mocinno</i> De la Llave, 1832) potencialmente útiles para programas de restauración
<i>Zanthoxylum acuminatum</i>	Naranjillo	Biotopo del Quetzal, Purulhá-Baja Verapaz	2022-2024	Germinación y producción de plantas alimenticias del quetzal ( <i>Pharomachrus mocinno</i> De la Llave, 1832) potencialmente útiles para programas de restauración
<i>Cecropia angustifolia</i>	Gurumo	Biotopo del Quetzal, Purulhá-Baja Verapaz	2022-2024	Germinación y producción de plantas alimenticias del quetzal ( <i>Pharomachrus mocinno</i> De la Llave, 1832) potencialmente útiles para programas de restauración
<i>Cornus disciflora</i>	Zapuyul, Frutillo	Biotopo del Quetzal, Purulhá-Baja Verapaz	2022-2024	Germinación y producción de plantas alimenticias del quetzal ( <i>Pharomachrus mocinno</i> De la Llave, 1832) potencialmente útiles para programas de restauración

## ANEXO 4. Continuación

Nombre científico	Nombre común	Lugar del trabajo/investigación	Año	Proyecto o estudio relacionado a la especie
<i>Parathesis trivisiae</i>	Guatitú Rojo	Biotopo del Quetzal, Purulhá-Baja Verapaz; Corredor del Bosque Nuboso, Baja Verapaz	2022-2024	Germinación y producción de plantas alimenticias del quetzal ( <i>Pharomachrus mocinno</i> De la Llave, 1832) potencialmente útiles para programas de restauración
<i>Zinowiewia integerrima</i>	Siete Camisas	Biotopo del Quetzal, Purulhá-Baja Verapaz	2022-2024	Germinación y producción de plantas alimenticias del quetzal ( <i>Pharomachrus mocinno</i> De la Llave, 1832) potencialmente útiles para programas de restauración
<i>Podocarpus oleifolius</i>	Ciprecillo	Biotopo del Quetzal, Purulhá-Baja Verapaz	2022-2024	Germinación y producción de plantas alimenticias del quetzal ( <i>Pharomachrus mocinno</i> De la Llave, 1832) potencialmente útiles para programas de restauración
<i>Synardisia venosa</i>	Guatitú Blanco	Biotopo del Quetzal, Purulhá-Baja Verapaz	2022-2024	Germinación y producción de plantas alimenticias del quetzal ( <i>Pharomachrus mocinno</i> De la Llave, 1832) potencialmente útiles para programas de restauración

**Fuente:** Elaborado con información proporcionada por la Licda. Carolina Rosales de Zea del Jardín Botánico, CECON/USAC, para este informe.

#### Anexo 4.1. Especies de Encinos de Guatemala (*Quercus*, *sp*) reportadas por el CECON/USAC

No.	Nombre científico	Nombre común	Lugar de investigación	Año	Proyecto o estudio relacionado a la especie
1	<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
2	<i>Quercus acutifolia</i> Née	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
3	<i>Quercus aff. paxtalensis</i> C.H.Mull	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
4	<i>Quercus aff. salicifolia</i> Née	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
5	<i>Quercus benthamii</i> A. DC.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
6	<i>Quercus borucasana</i> Trel.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
7	<i>Quercus borucasana</i> Trel.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
8	<i>Quercus bumelioides</i> Liebm.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
9	<i>Quercus calophylla</i> Schltldl. & Cham.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
10	<i>Quercus corrugata</i> Hook.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
11	<i>Quercus cortesii</i> Liebm.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
12	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
13	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
14	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
15	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
16	<i>Quercus crispipilis</i> Trel.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
17	<i>Quercus eduardi</i> Trel.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
18	<i>Quercus elliptica</i> Née	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
19	<i>Quercus flagellifera</i> Trel.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
20	<i>Quercus guilelmi-treleasei</i> C.H. Mull.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
21	<i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
22	<i>Quercus lancifolia</i> Schltldl. & Cham.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
23	<i>Quercus lancifolia</i> Schltldl. & Cham.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
24	<i>Quercus oleoides</i> Schltldl. & Cham.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
25	<i>Quercus oocarpa</i> Liebm.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
26	<i>Quercus pacayana</i> C.H. Mull.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
27	<i>Quercus peduncularis</i> Née	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
28	<i>Quercus polymorpha</i> Schltldl. & Cham.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
29	<i>Quercus purulhana</i> Trel.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
30	<i>Quercus rugosa</i> (Masam.) J.C. Liao	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
31	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
32	<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
33	<i>Quercus skinneri</i> Benth.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
34	<i>Quercus trinitatis</i> Trel.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
35	<i>Quercus tristis</i> Liebm.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
36	<i>Quercus vicentensis</i> Trel.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala
37	<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl.	Encino - Roble	Nacional	2015- a la fecha	Actualización de Encinos en Guatemala

Fuente: Elaborado con información proporcionada por el CECON/USAC, para este informe.

**ANEXO 4.2.** Especies del catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la RBM (CECON/USAC), y otras especies reportadas para el informe

Nombre científico	Nombre común	Lugar del trabajo/investigación	Año	Proyecto o estudio relacionado a la especie
<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.		Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chechén Negro	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Spondias mombin</i> L.	Jocote jobo	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Annona papilionella</i> (Diels) H. Rainer	Anona de montaña	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou	Yaya	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Müll. Arg.	Malerio	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Attalea cohune</i> Mart.	Corozo	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	Pacaya	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Chamaedorea elegans</i> Mart.	Xate	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Cryosophila stauracantha</i> (Heynh.) R. Evans	Escobo	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica

## Anexo 4.2 Continuación

Nombre científico	Nombre común	Lugar del trabajo/investigación	Año	Proyecto o estudio relacionado a la especie
<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	Bayal	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Gaussia maya</i> (O.F. Cook) H. J. Quero & Read	Tenera	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	Cuajilote	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Matiliguat	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Thevetia ahouai</i> (L.) A.DC.	Huevos de rata/gato	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Cordia dodecandra</i> A.DC.	Cericote	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chacaj	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Protium copal</i> (Schltdl. & Cham.) Engl.	Copal	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Hirtella americana</i> L.	Aceituno	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Matapalo hoja ancha	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Bucida buceras</i> L.	Pucté	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica

## ANEXO 4.2. Continuación

Nombre científico	Nombre común	Lugar del trabajo/investigación	Año	Proyecto o estudio relacionado a la especie
<i>Pleradenophora longicuspis</i> (Standl.) Esser	Chechem blanco	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Acacia glomerosa</i> Benth		Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Bauhinia divaricata</i> L.		Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Erythrina americana</i> Mill.	Pito	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	Tinto	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.		Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth	Palo de gusano, Chaperno	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Lonchocarpus</i> sp.	Manchiche	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Habín	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Swartzia cubensis</i> (Britt. & Wils.) Standl.	Llora sangre	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, como herramienta para desarrollar estrategias de restauración ecológica
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Yaxnic	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)

## ANEXO 4.2. Continuación

Nombre científico	Nombre común	Lugar del trabajo/investigación	Año	Proyecto o estudio relacionado a la especie
<i>Adelphia hiraee</i> (Gaertn.) W.R. Anderson		Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Cahulote	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand	Mapola	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer	Molinillo	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ramón	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Brosimum costaricanum</i> Liebm.	Ramón colorado	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.	Hule	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Ficus velutina</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Amate	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Pseudolmedia glabrata</i> (Liebm.) C.C.Berg	Manax	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Ximenea americana</i> L.	Pepenance	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Piper auritum</i> Kunth	Santa María	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Piper neesianum</i> C. DC.		Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) V. Ståhl & Källersjö	Chacsic, zincín, barbasco	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Dzon	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Guettarda combsii</i> Urb.	Texpac, taxtop o Testap	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)

## ANEXO 4.2. Continuación

Nombre científico	Nombre común	Lugar del trabajo/investigación	Año	Proyecto o estudio relacionado a la especie
<i>Morinda royoc</i> L.	Noni de montaña	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Simira salvadorensis</i> (Standl.) Steyerem.	Saltemuche	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Blomia prisca</i> (Standl.) Lundell	Dzol	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Cupania glabra</i> Sw.	Pata de cojolita	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Talisia floresii</i> Standl.	Coloc	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Chico zapote	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Pouteria amygdalina</i> (Standl.) Baehni	Silillón	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	Zapotillo hoja fina	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	zapotillo colorado	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)
<i>Coussapoa oligocephala</i> Donn. Sm.	Ahorca palos	Reserva de Biósfera Maya	2018	Catálogo carpológico para la identificación de árboles y arbustos de la Reserva de la Biósfera Maya, (herramienta)

**Fuente:** Elaborado con información proporcionada por la Licda. Carolina Rosales de Zea del Jardín Botánico, CECON/USAC, para este informe.

## ANEXO 5.

Listado de árboles en Arboreto Landivariano en campus San Francisco de Borja. S.J. de Guatemala, comparación con World Flora online (worldfloraonline) y Flora de Guatemala (Standley, et al., 1946-1977). Se continúa actualizando al 2023.

No.	Familia (World flora online)	Nombre científico (World flora online)	Familia (Flora de Guatemala)	Nombre Científico (Flora de Guatemala)	Nombre Común	Distribución nativa
1	Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Hamamelidaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Liquidambar	Estados Unidos a Nicaragua
2	Anacardiaceae	<i>Rhus terebinthifolia</i> Schlcht. & Cham.	Anacardiaceae	<i>Rhus terebinthifolia</i> Schlecht. & Cham.	Sal de venado	Sur de México y Guatemala
3	Anacardiaceae	<i>Schinus areira</i> L.	Anacardiaceae	<i>Schinus</i> L.	Pimienta de Brasil	Sur de Brasil
4	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Jocote	Mesoamérica
5	Annonaceae	<i>Annona macrophyllata</i> Donn.Sm.	Annonaceae	<i>Annona diversifolia</i> Safford	Anona, anona blanca	Sur de México y Centroamérica
6	Annonaceae	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook.f. & Thomson	Annonaceae	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. & Thorns.	Ilán	India, Filipinas
7	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	Palo de la cruz	Centroamérica
8	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	Narciso	Sur Europa
9	Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. Planch.	Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i> (HBK) Dene & Planch.	Mano de león, mazorco	Mesoamérica
10	Araucariaceae	<i>Araucaria bidwillii</i> Hook.	Araucariaceae	<i>Araucaria Bidwillii</i> Hook.	Araucaria Bidwillii	Australia
11	Araucariaceae	<i>Araucaria columnaris</i> ( G.Forst ) Hook.	Araucariaceae	<i>Araucaria excelsa</i>	Araucaria excelsa	Australia
12	Asteraceae	<i>Eremosis leiocarpa</i> (DC.) Gleason	Compositae	<i>Vernonia leiocarpa</i> DC	Suquinay	Mesoamérica
13	Asteraceae	<i>Eremosis triflosculosa</i> Gleason	Compositae	<i>Vernonia triflosculosa</i> Kunth	Barreto	Mesoamérica 900 a 1500 msnm
14	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schltld.) Furlow	Betulaceae	<i>Alnus arguta</i> (Schlecht.) Spach,	Aliso, llamo	Sur de México y Guatemala
15	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.	Jacaranda	Sudamérica
16	Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Bignoniaceae		Llama del bosque	África
17	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	Matiliguete	México, Centroamérica y Sudamérica
18	Boraginaceae	<i>Bourreria huanita</i> Hemsl	Boraginaceae	<i>Bourreria huanita</i> (Llave & Lex.) Hemsl.	Esquisuchil.	Sur de México y Guatemala
19	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Palo jiote, palo chino	Sur de México y Centroamérica
20	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarina	Australia
21	Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i> A. DC.	Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i> A. DC.	Zapotillo	Sur de México y Centroamérica
22	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Ciprés, ciprés común	Centro de México a Guatemala
23	Cupressaceae	<i>Taxodium huegelii</i> C. L.	Taxodiaceae	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	Ahuehuate, ciprés sabino	México y Guatemala

## Anexo 5. Continuación

No.	Familia (World flora online)	Nombre científico (World flora online)	Familia (Flora de Guatemala)	Nombre Científico (Flora de Guatemala)	Nombre Común	Distribución nativa
24	Cupressaceae	<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco.	Cupressaceae	<i>Thuja orientalis</i> L.	Ciprés, ciprés romano.	Este de Asia
25	Fabaceae (Caesalpinioideae)	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	Leguminosae (Caesalpinieae)	<i>Bauhinia purpurea</i> L.	Pata de cabro; Costa Rica	Nativo de Asia
26	Fabaceae (Faboideae)	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M. Sousa.	Leguminosae (Papilionatae)	<i>Diphysa robinoides</i> .Benth. & Hoerst.	Guachipilín	México a Panamá
27	Fabaceae (Faboideae)	<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	Leguminosae (Papilionatae)	<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	Pito, Tzité, Tzinté	México a Perú
28	Fabaceae (Faboideae)	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.*	Leguminosae (Papilionatae)	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Steud	Madre cacao, canté	México a Colombia
29	Fabaceae (Faboideae)	<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn. Sm.	Leguminosae (Papilionatae)	<i>Platymiscium.dimorphandrum</i> Donn. Sm.	Hormigo	México a Costa Rica
30	Fabaceae (Mimosoideae)	<i>Inga micheliana</i> Harms,	Leguminosae (Mimoseae)	<i>Inga Micheliana</i> Harms,	Cushin	Guatemala
31	Fabaceae (Mimosoideae)	<i>Inga paterno</i> Harms.	Leguminosae (Mimoseae)	<i>Inga paterno</i> Harms.	Paterna	México a Panamá
32	Fabaceae (Mimosoideae)	<i>Inga vera subsp. Spuria</i> (Willd.) J. Leon.	Leguminosae (Mimoseae)	<i>Inga spuria</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Cuje	Sur de México a norte de Suramérica
33	Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i> Née	Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i> Née	Encino, roble	México, C.A.
34	Fagaceae	<i>Quercus tristis</i> Liebm.	Fagaceae	<i>Quercus tristis</i> Liebm.	Roble, encino	Sur de México y Centroamérica
35	Juglandaceae	<i>Juglans olanchana</i> Standl. & L.O.Williams	Juglandaceae.	<i>Juglans guatemalensis</i>	Nogal	Centro América
36	Magnoliaceae	<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre.	Magnoliaceae	<i>Michellia champaca</i> L.	Magnolia	Indomalasia
37	Magnoliaceae	<i>Magnolia guatemalensis</i> Donn.Sm.	Magnoliaceae	<i>Magnolia guatemalensis</i> Donn.	Magnolia	Guatemala y sur de México
38	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.)	Nance	Latinoamérica
39	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.)	Ceiba	América
40	Malvaceae	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i> Larreat.	Sterculiaceae	<i>Chiranthodendron pentadactylon Larreategui</i>	Canak	México y Guatemala
41	Malvaceae	<i>Heliocarpus mexicanus</i> (Turcz.) Sprague.	Tiliaceae	<i>Heliocarpus mexicanus</i> (Turcz.)	Cajeto, calagüe	Sur de México a Costa Rica
42	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	<i>Cedrela mexicana</i> M. Roem.	Cedro, cedro real	México hasta Argentina
43	Meliaceae	<i>Cedrela tonduzii</i> C.DC.	Meliaceae	<i>Cedrela pacayana</i> Harms.	Cedro de altura	Sur de México hasta Panamá
44	Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i> L.	Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i> L.*	Limoncillo	Sur de México hasta Panamá

## Anexo 5. Continuación

No.	Familia (World flora online)	Nombre científico (World flora online)	Familia (Flora of Guatemala)	Nombre Científico (Flora of Guatemala)	Nombre Común	Distribución nativa
45	Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	No reportada	Ficus, laurel de la India	Sudeste de Asia
46	Moraceae	<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.	Moraceae	<i>Ficus elástica</i> Roxb.	Ficus elástico, hoja de hule	India
47	Moraceae	<i>Ficus</i> spp.	Moraceae		Amate	Nativa de Guatemala
48	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	Tiliaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	Capulín, capulín blanco	México a Norte de Suramérica
49	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Australia
50	Myrtaceae	<i>Psidium guajaba</i> L.	Myrtaceae	<i>Psidium</i> . <i>guajaba</i> L.	Guayaba	Mesoamérica
51	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Myrtaceae	<i>Eugenia Jambos</i> L	Manzana Rosa	Asia Tropical
52	Oleaceae	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> Ait. Hort. Kew.	Trueno	China
53	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> Lingelsh.	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzig) Lingelsheim,	Fresno	México y Guatemala
54	Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede	Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i> .	Pino ocote	México a Nicaragua
	Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i> .	Pino colorado	México Guatemala
55	Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i> H.E. Moore.	Pinaceae	No reportado	Pino candelillo	Guatemala
56	Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R.Br.	Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	Gravilea	Australia
57	Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.)	Níspero	China
58	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Rosaceae	<i>Prunus Capuli</i> Cav.	Capulín	Latinoamérica
59	Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave.	Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i> Llave and Lex	Matasano, Ajachel	Sur de México a Costa Rica
60	Salicaceae	<i>Olmediella betschleriana</i> (Göpp.) Loes.	Flacourtiaceae	<i>Olmediella betschleriana</i> (Goep.)	Manzanote	México y Guatemala
61	Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.		<i>Salix chilensis</i> Molina		México y Centroamérica
62	Sapindaceae	<i>Acer saccharum</i> subsp. <i>skutchii</i> (Rehder) A.E.Murray.	Aceraceae	<i>Acer Skutchii</i>	Maple	Guatemala
63	Sapindaceae	<i>Acer negundo</i> subsp. <i>mexicanum</i> (DC.) Wesm.	Aceraceae	<i>Acer Negundo</i> var. <i>mexicanum</i>	Maple, palo de azúcar, Raxoch	México y Guatemala
64	Sapindaceae	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.			Farolito, jabonero de China	China, Japón
65	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i> D.C.	Aceituno silvestre, pasaque	Sur de México y Guatemala
66	Verbenaceae	<i>Citharexylum donnel</i> Smith Greenm.	Verbenaceae	<i>Citharexylum donnel</i> Smith Greenm.	Coralillo	Mesoamérica

Fuente: Elaborado por MSc. César Castañeda Salguero, URL/IARNA para este informe.

## ANEXO 6

Listado de instituciones y participantes en el proceso de elaboración del segundo informe sobre el estado de los RGF

No.	INSTITUCIÓN	NOMBRE	CARGO	CORREO ELECTRÓNICO
1	FAO	Ing. Ogden Rodas	Coordinador proyecto	ogden.rodas@fao.org
2	FAO	Ing. Manuel Rodas	Consultor Restauración Paisaje Forestal	manuel.rodas@fao.org
3	FAO	Ing. Amauri Molina		Amauri.Molina@fao.org
4	FAO	Inga. Luisa Palacios		Luisa.Palacios@fao.org
5	INAB	Ing. Ariel Nieves	Jefe de Semillas y Recursos Genéticos Forestales	anieves@inab.gob.gt
6	INAB	Inga. Hariet López	Encargada I de recursos genéticos forestales	hariet.lopez@inab.gob.gt
7	INAB	Ing. Hugo Flores	Director de Manejo y Restauración de Bosques del INAB	hflores@inab.gob.gt
8	INAB	Danger Gómez	Jefe de Sistemas de Información Geográfica	danger.gomez@gmail.com danger.gomez@inab.gob.gt
9	INAB	Rony Albanés	Jefe de Comercio	rony.albanes@inab.gob.gt
10	INAB	Rosa Sunum	Jefa de Cambio Climático	rosa.sunum@inab.gob.gt
11	INAB	María Floridalma Miguel Ros	Jefa de Investigación	maría.miguel@inab.gob.gt
12	INAB	Silvia López	Jefa de Conservación de Ecosistemas Estratégicos	silvia.lopez@inab.gob.gt
13	INAB	Lusvi Hurtado	Jefa de Silvicultura	lhurtado@inab.gob.gt
12	INAB	Antonio Albizures	Jefe de Manejo Forestal	antonio.albizures@inab.gob.gt
14	INAB	Gerson Putul	Responsable Técnico de Certificación de Fuentes y Semillas Forestales	Gerson.putul@inab.gob.gt
15	INAB/Mesa RGF	Ing. Edwin Oliva		eoliva@inab.gob.gt
16	INAB	Ing. Juan Pablo Sandoval	Unidad de Gestión Ambiental y Forestal de la Municipalidad de Jalapa	ugamjalapat21@gmail.com
17	INAB	Ing. Maynor Pérez	Director Regional VI	mperez@inab.gob.gt
18	INAB	Ing. Wyllson Martínez,	Director Regional VIII	wyllsson.martinez@inab.gob.gt
19	INAB	Ing. Mamerto Ibarra	Director Regional IV	ksalazar@inab.gob.gt
20	INAB	Ing. Wilman Minchez	Director Regional I de INAB,	wilman.minchez@inab.gob.gt
21	INAB	Javier de Paz	Director Mesa de Restauración del paisaje forestal	javier.depaz@inab.gob.gt
22	INAB	Lic. José Fajardo	Analista de Importaciones Forestales	jose.fajardo@inab.gob.gt
23	INAB	Hugo Blanco	Encargado de Sistema de Información forestal de Guatemala SIFGUA	hblanco@inab.gob.gt
24	INAB	María Cardona	Encargada I de Estudios y Planes Sectoriales	María.cardona@inab.gob.gt

**ANEXO 6. Continuación**

No.	INSTITUCIÓN	NOMBRE	CARGO	CORREO ELECTRÓNICO
25	INAB	Omar Villatoro	Encargado de Restauración	Omar.villatoro@inab.gob.gt
26	INAB	Edwin Reyes	Técnico Laboratorio	Edwin.reyes@inab.gob.gt
27	INAB	Rolando Rodríguez	Jefe PORFOR	rrodriguez@inab.gob.gt
28	INAB	Betran Elías	Escalador	Betral.elias@inab.gob.gt
29	FAUSAC	Dr. José Pablo Prado Córdova	Profesor titular/coordinador del Área Integrada	pprado@usac.edu.gt
30	IARNA/URL	Ing. César Sandoval	Investigador. Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología. Depto. Interdisciplinario de Ambiente y Economía	sandovalcesar186@gmail.com
31	IARNA/URL	Ing. Rodolfo Véliz	Facultad Ciencias Ambientales y Agrícolas	reveliz@url.edu.gt
32	ENCA	Ing. Gerardo Quiñonez	Docente	gerardoquinonez@gmail.com
33	EFAC Escuela de Formación Agrícola de Cobán	Allan Ottoniel López Caal	Docente	allanottoniel100@gmail.com
34	CDC/CECON/USAC	Licda. Mercedes Barrios	Directora, Centro de Datos para la Conservación	mercedesbarrios@gmail.com
35	CECON/USAC	Licda. Carolina Zea	Jardín Botánico	carolinazeaerosales@gmail.com
36	CONAP	Ing. Manuel Alejandro Colindres Orellana	Asesor Forestal Dirección de Manejo de Bosques y Vida Silvestre	manuel.conap@gmail.com
37	ACOFORSA	Evelyn de Chacón		ebchacon@acoforsa.com
38	CAMCORE	Ing. Elmer Gutiérrez	Coordinador de Campo en Centroamérica	Egutierrez3161@gmail.com
39	ProInnova/Popoyán	Ing. Mauro Salazar		msalazar@popoyan.com
40	SENACYT	Licda. María Alejandra Hernández	Subdirector de Proyectos de Innovación	mhernandez@senacyt.gob.gt
41	Utz Che' Asociación de Forestería Comunitaria de Guatemala	Marco Chávez	Coordinador Unidad de Acompañamiento Jurídico	macoa84@gmail.com
42	Utz Che'	Inga. Gabriela Soto	Coordinadora Proceso Forestal	gabriela.sotoo@gmail.com
43	ACOFOP	Julio Madrid		gerencianomaderables@acofop.org
44	ACOFOP	Mario Rivas		manejoforestal@acofop.org
46	Defensores de la Naturaleza	Ingeniero Rudy Bautista		rbautista@defensores.org.gt
47	Reservas Naturales Privadas	Licda. Claudia García	Directora	info@reservasdeguatemala.org csgb65@gmail.com
48	Municipalidad de Guatemala	Ing. Uriel Baudilio Balcárcel	Técnico Forestal	baudiliobalcarcel@gmail.com

## ANEXO 6. Continuación

49	Municipalidad de Guatemala	Ing. Marco Urrutia	Coordinador Oficina Forestal Municipal	Mar.urrutia206@gmail.com
50	Instituto Nacional de Cambio Climático, ICC	Ing. Juan Andrés Nelson		janelson@icc.org.gt
51	Seed Export	Ing. Selvin Jerónimo	Exportación semillas	selvinjp@hotmail.com
52	Seed Export	Licda. Cynthia Mancía		
53	DEFORSA – Popoyan Inversiones Pasabien S.A.	Ing. Guillermo García	Consultor	elrodeocafe@gmail.com guillermo.garcia@popoyan.com.gt ggarcia@hidropasabien.com
54	UICN	Alejandro Santizo	Proyecto AbE LAC Adaptación basada en Ecosistemas LAC	Alejandro.santizo@iucn.org
55	UICN	Sara Fernández	Proyecto IKEA	Sara.feranandez@iucn.org
56	ESFORSA	Ing. M.Sc. Minor Obdulio García Divas,		minorgarciad@gmail.com
	<b>Total instituciones = 22</b>			

**ANEXO 7.** Especies priorizadas por INAB (Años 2013 - 2023), para conservación *in situ*, para conservación *ex situ* y para programa PROBOSQUE

No.	Nombre científico	Nombre Común	Año	Lugar de estudio	Proyecto o estudio
1	<i>Abies guatemalensis</i>	Pinabete	2014	Totonicapán, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
2	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidambar	2014	Quiché, Jalapa, Guatemala, Zacapa, Alta Verapaz, Baja Verapaz.	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
3	<i>Juglans olanchana</i>	Nogal	2014/2019	Guatemala, Sacatepéquez, Alta Verapaz	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
4	<i>Pinus chiapensis</i>	Falso Pinabete	2014	Huehuetenango, Quiché y Alta Verapaz	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
5	<i>Pinus tecunumanii</i>	Pino de la Sierra	2015/2020	Baja Verapaz, Guatemala, Sacatepéquez, Zacapa	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
6	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino candelillo	2015/2021/2022	Guatemala, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chimaltenango	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
7	<i>Pinus caribaea</i>	Pino de Petén	2015	Petén, Baja Verapaz	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
8	<i>Pinus ayacahuite</i>	Pino Blanco	2015	San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Huehuetenango	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
9	<i>Pinus oocarpa</i>	Pino colorado	2016	Baja Verapaz, Guatemala	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
10	<i>Guaiaacum sanctum</i>	Guayacán	2016	Suchitepéquez, El Progreso, Zacapa	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
11	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Hormigo	2016/2021	Guatemala, Retalhuleu	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
12	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Botoncillo	2016	San Marcos y Retalhuleu	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
13	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba del Sur	2017	Suchitepéquez, Huehuetenango, Chiquimula	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
14	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	2017	Retalhuleu, Escuintla	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
15	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	Palo Blanco	2017/2021	Retalhuleu	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
16	<i>Aviccenia germinans</i>	Mangle negro	2017	Retalhuleu, San Marcos	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
17	<i>Cedrela tonduzii</i>	Cedro de Montaña	2018	Sacatepéquez	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
18	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2018	Retalhuleu, Zacapa, Santa Rosa, Baja Verapaz	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
19	<i>Acosmium panamense</i>	Chichipate	2018	El Progreso	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
20	<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo	2018/2021	Suchitepéquez y Santa Rosa	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
21	<i>Gliricida sepium</i>	Madre cacao	2019	Zacapa, Chiquimula, Jutiapa, Escuintla, Santa Rosa	Conservación <i>ex situ</i> Mejoramiento genético
22	<i>Diphysa americana</i>	Guachipilín	2019	Jutiapa, Santa Rosa, Chimaltenango	Conservación <i>ex situ</i>

## ANEXO 7. Continuación

No.	Nombre científico	Nombre Común	Año	Lugar de estudio	Mejoramiento genético Proyecto o estudio
23	<i>Dalbergia tucurensis</i>	Granadillo	2019/2021	Baja Verapaz, Petén	Conservación ex situ Mejoramiento genético
24	<i>Leucaena diversifolia</i>	Leucaena	2019	Santa Rosa, Jutiapa, Chiquimula, El Progreso, Escuintla	Conservación ex situ Mejoramiento genético
25	<i>Alnus jorullensis</i>	Aliso	2019	San Marcos, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Quiché	Conservación ex situ Mejoramiento genético
26	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba del Norte	2020	Petén	Conservación ex situ Mejoramiento genético
27	<i>Vochysia guatemalensis</i>	San Juan	2020	Izabal	Conservación ex situ Mejoramiento genético
28	<i>Caesalpinia velutina</i>	Aripín	2020	El Progreso, Zacapa, Chiquimula	Conservación ex situ Mejoramiento genético
29	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	2020	Chimaltenango	Conservación ex situ Mejoramiento genético
30	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino triste	2020	Chimaltenango	Conservación ex situ Mejoramiento genético
31	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	2021	Escuintla	Conservación ex situ Mejoramiento genético
32	<i>Tectona grandis</i>	Teca	2021	Escuintla	Conservación ex situ Mejoramiento genético
33	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	2021	Quetzaltenango	Conservación ex situ Mejoramiento genético
34	<i>Tabebuia rosea</i>	Matilisguate	2021	Escuintla, Jalapa	Conservación ex situ Mejoramiento genético
35	<i>Prosopis juliflora</i>	Campeche	2022	El Progreso	Conservación ex situ Mejoramiento genético
36	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	2022	Jalapa	Conservación ex situ Mejoramiento genético
37	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Conacaste	2022	Jutiapa	Conservación ex situ Mejoramiento genético
38	<i>Pinus hartwegii</i>	Pino de la Cumbre	2023	Huehuetenango	Conservación ex situ Mejoramiento genético
39	<i>Juniperus standleyi</i>	Huito	2023	Huehuetenango	Conservación ex situ Mejoramiento genético
40	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Hormigo	2023	Petén	Conservación ex situ Mejoramiento genético
41	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	2023	Petén	Conservación ex situ Mejoramiento genético
42	<i>Gmelina arborea</i>	Melna	2023	Retalhuleu, Suchitepéquez	Conservación ex situ Mejoramiento genético
43	<i>Cordia dodecandra</i>	Cericote	2023	Petén	Conservación ex situ Mejoramiento genético

Fuente: Elaborado con información proporcionada por la Inga. Harriet López del Departamento de Semillas y RGF del INAB, para este informe.

## ANEXO 8.

Especies priorizadas para la certificación de fuentes semilleras forestales, para la comercialización, para el establecimiento de plantaciones forestales con fines industriales, para compromisos de repoblación forestal, y para proyectos del programa PROBOSQUE

No.	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Santa María
2	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro
3	<i>Cedrela tonduzii</i>	Cedro de Montaña
4	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés Común
5	<i>Gmelina arborea</i>	Melina
6	<i>Pinus caribaea</i>	Pino de Petén
7	<i>Pinus maximinoi</i>	Pino Candelillo
8	<i>Pinus oocarpa</i>	Pino Colorado o Pino Ocote
9	<i>Pinus tecunumanii</i>	Pino Rojo o Pino de las Sierras
10	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba del Sur
11	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba del Norte
12	<i>Tectona grandis</i>	Teca

Fuente: Tomado de INAB (2023f)

