

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Informe final

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación en Ciencias Básicas

Informe final

Diversidad, uso y valoración cultural de los encinos de la región central. Fase V: El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.

Equipo de investigación

Lourdes del Rosario Rodas Duarte (Coordinadora)

Maura Liseth Quezada Aguilar (Investigadora)
Andrea Azucena Marroquín Tintí (Auxiliar de investigación II).

Guatemala, 4 de marzo de 2020

Herbario USCG/Jardín Botánico
Centro de Estudios Conservacionistas (Cecon)
Instituto de Investigaciones Químicas y Farmacia
Facultad de Ciencias Químicas y Biológicas
Centro de Estudios Folklóricos (Cefol)

Dr. Félix Alan Douglas Aguilar Carrera
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador del Programa de Investigación

Lourdes del Rosario Rodas Duarte
Coordinadora del proyecto

Maura Liseth Quezada Aguilar
Investigadora

Andrea Azucena Marroquín Tintí
Auxiliar de investigación II

Otros colaboradores

Alicia Maríasol Díaz Reyes
Auxiliar de investigación

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, 2019. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Partida Presupuestaria 4.8.63.4.47. durante el año 2019 en el Programa Universitario de Investigación de Ciencias Básicas.

Financiamiento aprobado por Digi: 249,999.7 Financiamiento ejecutado: 245,985.3

Índice de contenido general

Contenido	Página
Resumen	6
Abstract	6
Introducción	7
Planteamiento del problema	9
Preguntas de investigación	10
Delimitación en tiempo y espacio	11
Marco teórico	12
Los encinos o robles (<i>Quercus</i>)	12
Riqueza de encinos en Guatemala	13
Los bosques de encinos de Guatemala	13
La conservación de los bosques de encinos de Guatemala	14
Otros trabajos de conservación de encinos	14
Servicios ecosistémicos	15
Estado del arte	15
Objetivo general	16
Objetivos específicos	17
Hipótesis	17
Materiales y métodos	17
Vinculación, difusión y divulgación	23
Productos, hallazgos, conocimientos o resultados	25
Análisis y discusión de resultados	46
Conclusiones	52
Impacto esperado	53
Referencias	54
Apéndice, anexos	59
Orden de pago	76

Índice de tablas

Contenido	Página
Tabla 1: Riqueza y distribución de encinos registrada para los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.	26
Tabla 2: Frecuencia de colecta de especies de encinos registrada para los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla. Durante el año 2019	31
Tabla 3: Especies colectadas en las parcelas de vegetación.	32
Tabla 4: Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso, sobre el conocimiento de los encinos.	42
Tabla 5: Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso, sobre la comercialización de los productos de encino.	44
Tabla 6: Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso, sobre la comercialización de los productos de carbón de encino.	45
Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso, sobre la comercialización de los productos de encino.	46

Índice de figuras

Contenido	Página
Figura 1. Ubicación de los registros del género <i>Quercus</i> presentes en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.	12
Figura 2. Distribución de registros de la Sección <i>Quercus</i> en el departamento de El Progreso.	27
Figura 3. Distribución de registros de la sección <i>Lobatae</i> en el departamento de El Progreso.	27
Figura 4. Distribución de registros de la Sección <i>Quercus</i> en el departamento de Escuintla	28
Figura 5. Distribución de registros de la Sección <i>Lobatae</i> en el departamento de Escuintla.	28
Figura 6. Distribución de registros de la Sección <i>Quercus</i> en el departamento de Guatemala.	29
Figura 7. Distribución de registros de la Sección <i>Lobatae</i> en el departamento de Guatemala	29
Figura 8. Distribución de registros de la Sección <i>Quercus</i> en el departamento de Sacatepéquez.	30

Figura 9. Distribución de registros de la Sección <i>Lobatae</i> en el departamento de Sacatepéquez.	30
Figura 10. Bosques de encino. Bosques templados, bosques húmedos, bosques secos.	36
Figura 11. Bosques de pino encino.	38
Figura 12. Bosque nuboso.	39
Figura 13. Selvas	40
Figura 14. Comunidades de encino más vulnerables y los ecosistemas prioritarios para su conservación en los departamentos estudiados hasta el año 2019.	41

Índice de Apéndice

Contenido	Página
Anexo 1. Listado de localidades de colecta puntos y parcelas de vegetación.	59
Anexo 2. Árboles asociados a los bosques de encino obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso.	65
Anexo 3. Animales que comen frutos de encino obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso	66
Anexo 4. Taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de encinos”. Sacatepéquez, Guatemala.	67
Anexo 5. Listado de asistencia al taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de encinos”. Sacatepéquez, Guatemala	68
Anexo 6. Taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de encinos”. El Progreso, Guatemala.	69
Anexo 7. Listado de asistencia al taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de encinos”. El Progreso, Guatemala.	70
Anexo 8: Material divulgativo. Calcomanías de Encinos de Guatemala.	71
Anexo 9: Material divulgativo. Calendario 2020, Servicios Ecosistémicos.	72
Anexo 10: Visita del Doctor Andrés Torres Miranda, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Experto en el análisis biogeográfico de los encinos rojos en México y América Central.	73
Anexo 11: Visita del Doctor Hernando Hernández Correa. Investigador de la ENES-UNAM en Morelia, México. Apoyo en la colecta de <i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti.	74
Anexo 12. Boleta para colecta de datos etnobotánicos en talleres con las comunidades.	75

Diversidad, uso y valoración cultural de los encinos de la región central. Fase V: El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla

Resumen

En esta fase se actualizó el conocimiento de encinos (*Quercus* spp.) para El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla, obteniéndose 309 registros provenientes de colectas y 144 de bases de datos de herbarios. Se determinaron 9 especies de la sección *Quercus* (encinos blancos) y 14 de la sección *Lobatae* (encinos rojos), se citan 12 especies más según la Flora de Guatemala. El mayor número de registros se localizó en Sacatepéquez y Guatemala. Para Guatemala se registran 17 especies. Para el departamento de Sacatepéquez se registran 14 especies, El Progreso 14 especies y para Escuintla se registra siete especies. Especies como *Q. bumelioides*, *Q. corrugata*, *Q. lancifolia*, *Q. purulhana*, *Q. segoviensis*, *Q. benthamii*, *Q. elliptica*, *Q. gulielmi-treleasei*, *Q. tristis*, *Q. xalapensis*, *Q. vicentensis* y *Q. crispifolia* son nuevos registros para estos departamentos. Se colectaron 89 especímenes de botánicos asociados, los cuales corresponden a 45 familias botánicas. Se realizaron dos talleres participativos, en donde las personas identifican las especies de encino y resalta su importancia en la provisión de agua y oxígeno y las reconoce como preferidas para la leña y búsqueda de hongos comestibles. De los registros analizados, el 61% (28 especies) se ubican actualmente en bosques degradados, 18 especies están asociadas a bosques mixtos de Pino-Encino, 11 a bosques nuboso y 10 especies son bosques encino.

Palabras clave

Quercus sp., riqueza, etnobotánica, bosques de encino.

Abstract and keyword

In this phase the knowledge of oaks (*Quercus* spp.) Was updated for El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez and Escuintla, obtaining 309 records from collections and 144 from herbarium databases 9 species of the *Quercus* section (white oak) and 14 of the *Lobatae* section (red oak) were determined, 12 more species are cited according to Flora of Guatemala. The largest number of records was located in Sacatepéquez and Guatemala. For Guatemala 17 species are registered. For the department of Progreso 14 species were registered, for Escuintla seven species were registered and for Sacatepéquez 14 species were registered. Species such as *Q. bumelioides*, *Q. corrugata*, *Q.*

lancifolia, *Q. purulhana*, *Q. segoviensis*, *Q. benthamii*, *Q. elliptica*, *Q. gulielmi-treleasei*, *Q. tristis*, *Q. xalapensis*. *Q. vicentensis* and *Q. crispifolia* are new records For these departments 89 associated botanical specimens are collected, which correspond to 45 botanical families. These are two participatory workshops, where people identify the oak species and highlight their importance in the provision of water and oxygen and those recognized as preferred for firewood and the search for edible fungi. Of the records analyzed, 61% (28 species) are currently located in degraded forests, 18 species are associated with mixed forests of Pino-Encino, 11 cloud forests and 10 species are oak forests.

Keywords: *Quercus sp.*, Wealth, ethnobotany, oak forests

Introducción

Los bosques de encino y pino-encino en los sistemas montañosos del istmo centroamericano explican en gran medida el intercambio biótico entre Norteamérica y Suramérica y son denominados “puente boscoso de las Américas”. Este puente comprende además selvas, bosques nubosos, bosques secos en los cuales también suele encontrarse encinos. Estos bosques se distribuyen desde la Sierra Madre Occidental (México) hasta los Andes colombianos (Kappelle, 2006). Existiendo un alto recambio de especies a nivel altitudinal y latitudinal (Rodríguez-Correa, Oyama, MacGregor-Fors, & González-Rodríguez, 2015) en los encinos mesoamericanos, los cuales marcan una reducción considerable en su riqueza hacia el sur, existiendo una sola especie en Colombia. Sin embargo, su importancia ecológica, dada su dominancia en las comunidades vegetales, le confiere el carácter de especies clave para el desarrollo de estos sistemas boscosos en Centroamérica (Nixon, 2006). Estos bosques dominados por encinos se encuentran dentro de alta variedad de climas y rasgos geológicos característicos del istmo centroamericano que le confiere la alta diversidad biológica que posee.

Se estima que existen alrededor de 200 especies de *Quercus* en el continente americano, de las cuales entre 150 a 175 poseen distribución tropical, siendo México el que posee el mayor número de especies (165) (Kapelle, 2008). Dentro de los estados con mayor diversidad se encuentra Oaxaca con alrededor de 70 especies (Nixon, 2006). No obstante, a pesar de ser clave para la mayoría de los bosques del istmo, los estudios de este género en Centroamérica han sido escasos, Nixon (2006)

estima una diversidad para Guatemala de 26 especies, sin embargo, este número aumentó a 31 (Quezada, Rodas-Duarte, Valencia-A, Chew y Marroquín-Tintí, 2017). Esto último derivado del proceso de actualización del conocimiento de este género para el país, en donde para la mayoría de los departamentos estudiados hasta la fecha, se ha duplicado el número de especies registradas (Quezada, Rodas-Duarte, & Marroquín-Tintí, 2016a, 2016b, 2017a, 2017b).

A pesar de la relevancia de estas especies para la salud de los ecosistemas donde se desarrollan y, por ende, con los servicios ecosistémicos que provee a la población guatemalteca, estas especies se encuentran altamente amenazadas por el cambio de uso de suelo derivado del crecimiento demográfico, tanto para infraestructura como para actividades agropecuarias, los incendios forestales, el cambio climático, entre otras actividades antrópicas (Quezada et al. 2017b). Por lo tanto, continuar con la documentación de las especies de encino, su importancia cultural, económica y ecológica, permitirá establecer estrategias de uso y conservación adecuadas según el ecosistema y vulnerabilidad de las especies que distribuyen en el país.

Para el 2019 se continuó con la documentación de la riqueza uso y valoración cultural de los encinos de la región central (El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla), en la cual se distribuyen según Standley y Steyermark (1952) 16 especies, siendo el departamento de Guatemala el más diverso (14), Sacatepéquez (8), Escuintla (3) y El Progreso, solamente dos especies. Mientras Quezada y colaboradores (2017a) registran 19 especies, de las cuales 16 para Guatemala, nueve para Sacatepéquez, seis para El Progreso y dos para Escuintla. Por lo cual, las nuevas colectas permitirán dar certeza de la diversidad de este grupo en la región central. Asimismo, se debe considerar que estos departamentos presentan un cambio acelerado de uso de suelo, principalmente por el crecimiento demográfico, presentando coberturas boscosas menores a 25 % del territorio que ocupan, siendo Escuintla el que menos posee (8 %) según mapa de cobertura forestal (Instituto Nacional de Bosques [Inab], 2012). Por lo cual, se hace prioritario la conservación de los remanentes boscosos existentes para la manutención de servicios ecosistémicos como la regulación del clima, captación de agua, recreación, entre otros.

Planteamiento del problema

Los encinos constituyen un componente importante de la estructura de los bosques del país; están asociados a la mayoría de ecosistemas y se encuentran desde el nivel del mar hasta altitudes arriba de los 3,000 m. Estas especies son componentes importantes estructurales de los bosques, contribuyen en los procesos de regulación tales como la filtración de agua, secuestro de carbono, la formación y protección del suelo, entre otros. En Guatemala, estas especies son poco conocidas posiblemente por su taxonomía complicada y el desconocimiento de aspectos particulares de su distribución.

En el 2015 se inició la actualización sistemática de este grupo para el país, contándose actualmente con información de la distribución de este género en los departamentos del norte y oriente del país. Una revisión preliminar de los registros en herbarios y bases de datos disponibles en línea muestra que existen registradas hasta el momento 7 especies para El Progreso, 2 para Escuintla, 16 para Guatemala y 13 especies para Sacatepéquez, siendo Escuintla el que presenta menos registros por especie (Quezada, Rodas-Duarte, Chew, & Marroquín-Tinti, 2017). Los estudios realizados del 2015 al 2018 evidenciaron que existe una subestimación de la diversidad y distribución de las especies de encino, ya que se observó un aumento en el número de especies citadas para todos los departamentos estudiados, así como una ampliación en la distribución departamental de las especies.

Debido a esto, es de suma importancia seguir con la actualización de la distribución de este género, realizando colectas en puntos clave donde existen remanentes de bosques que aún no han sido estudiados por su poca accesibilidad, y principalmente en estos departamentos de gran interés ya que son de los más diversos, con alto grado de endemismo y con mayor territorio en el país, por lo que se espera que pueda aumentar su riqueza en cuanto a especies de encino.

Además, la continuidad de los estudios de la distribución de los encinos en el país proveerá de información actualizada a los actores que llevan a cabo esfuerzos para la protección de la flora en Guatemala. Como es en este caso la Lista de Especies Amenazadas elaborada en el 2009 por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas y donde se encuentran el 80 % de las especies de encino. La Alianza para la Conservación de Bosques de Pino-Encino reconoce como amenaza la poca

información en cuanto a la riqueza y distribución de estas especies, así como la pérdida de hábitat, cambio de uso y la sobreutilización del recurso (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2008). Asimismo, es compromiso del estado de Guatemala cumplir con los objetivos establecidos en el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), el cual adoptó la Estrategia Mundial para la Conservación de Plantas (GSPC), con el objetivo de detener la actual y continua pérdida de diversidad de plantas, y donde se establece como primer objetivo “Comprender, documentar y reconocer adecuadamente la diversidad de las especies vegetales” (Chacón, Lagos-Witte, Mora, & Moraes, 2011).

Preguntas de investigación

Las preguntas que se respondieron con esta investigación son:

Primaria

¿Cuál es la diversidad de encinos en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla?

Secundarias

¿Cuál es la distribución actual de las especies dentro de estos departamentos?, ¿Con qué especies de flora están asociados los encinos? ¿Cuáles son los usos y valoración cultural de las especies de encinos en la población guatemalteca? ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad de las especies en los departamentos estudiados? ¿Cuáles son las comunidades de encinos prioritarios para conservación? ¿Cuáles son los valores sociales y culturales asociados a los bienes y servicios ambientales que proveen los bosques de encino?

Delimitación en tiempo y espacio

Delimitación en tiempo:

La investigación se llevó a cabo durante once meses, de febrero a diciembre del 2019, y se realizaron siete viajes de campo y se visitará dos veces los departamentos de Sacatepéquez y Escuintla, y tres veces el departamento de El Progreso. En los meses de febrero y marzo se llevó

a cabo la fase de gabinete, donde se planificó los viajes de campo, se revisaron las boletas para la recolección de los datos de vegetación y datos etnobotánicos, se revisó el listado de las especies con posibilidad de encontrar en estos departamentos, se elaboró la boleta para el registro de los datos característicos de la madera. La etapa de campo se realizó en los meses de abril a octubre, esta etapa incluye la colecta de datos en los cuatro departamentos, así como los talleres etnobotánicos en cada uno de los departamentos. En los meses de noviembre y diciembre se llevó la etapa de herbario, donde se procesaron los datos recabados en las boletas de campo y la información de los talleres, se llevó a cabo la identificación de las muestras de vegetación colectada, se elaboró mapas de distribución actual, se elaboró la clave de identificación taxonómica, guía de campo para la región y se elaborará el informe final de la investigación, así como el artículo científico.

7.2 Delimitación espacial:

El área donde se ubicó el estudio es la región central de Guatemala, esto incluye los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla (Tabla 1). En cada uno de estos departamentos se identificaron los sitios donde hay registros del género *Quercus*, según los datos de las colecciones de los herbarios y de bases de datos disponibles en línea (Figura 1).

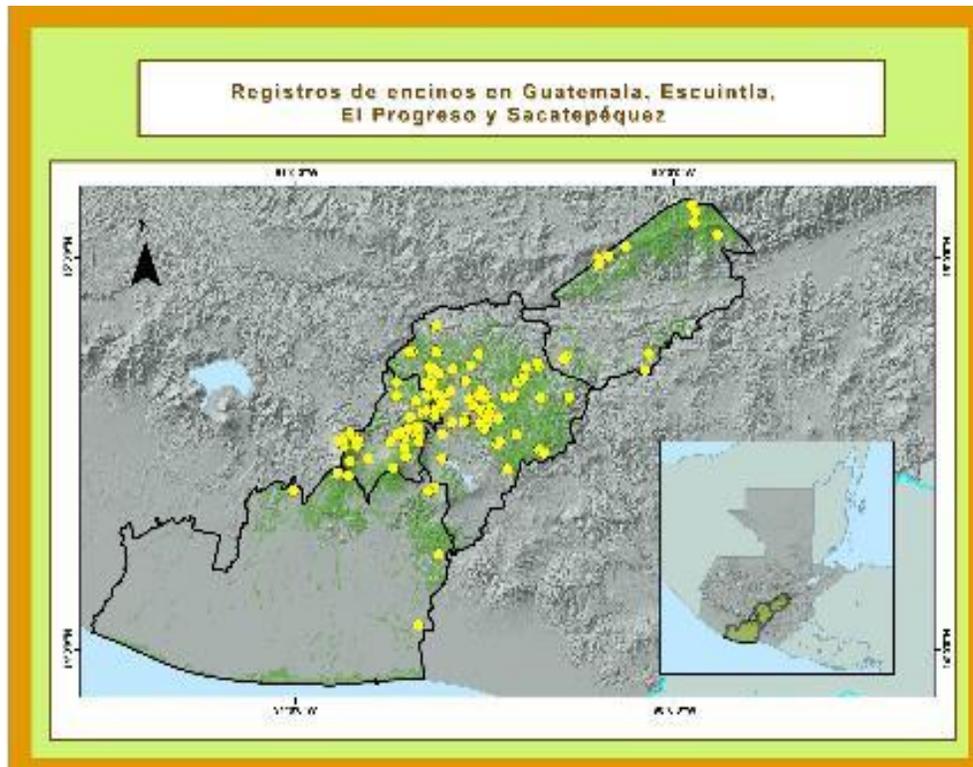


Figura 1. Ubicación de los registros del género *Quercus* presentes en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.

Marco teórico

Los encinos o robles (*Quercus*)

Los encinos o robles (*Quercus*: Fagaceae) para Guatemala son los componentes estructurales de gran importancia para los bosques (Quezada, et al, 2016a).

Estos pertenecen a la familia Fagaceae, la cual comprende dos géneros botánicos: *Quercus* y *Fagus*. El género *Quercus* es el más numeroso de la familia y este abarca mayor distribución en todo el mundo (Valencia-A, 2004). Se encuentran en casi todos los bosques templados del hemisferio norte, y en algunas regiones tropicales y subtropicales. (Alianza para la Conservación de los Bosque de Pino-Encino de Mesoamérica, 2008).

Los encinos son árboles grandes o medianos, a veces arbustos; la corteza puede ser lisa cuando son jóvenes, pero cuando maduran llega a ser escamosa o agrietada. Sus hojas están alternadas sobre

las ramas, casi siempre con pecíolos evidentes, las hojas pueden tener un margen liso, con dientes, aristas o algunas veces pueden presentar hendiduras. Pueden ser de follaje permanente o caducifolio (Standley & Steyermark, 1952). Las flores masculinas no tienen pétalos y presentan únicamente estambres, se muestran en amentos, que son inflorescencias colgantes, cada una de las flores va a presentar de cuatro a diez estambres. Las flores femeninas aparecen aisladas, nacen en amentos reducidos, presentan tres estigmas y están rodeadas por una estructura de escamas sobrepuestas que al madurar será la cúpula. El fruto es una bellota y la semilla se encuentra encerrada en una concha (Standley & Steyermark, 1952).

Riqueza de encinos en Guatemala

Standley y Steyermark, (1952), reportan para Guatemala, 12 especies de encinos catalogadas como de corteza suave, gris y escamosa (Subgénero *Lepidobalanus*) y 15 especies como de corteza dura, oscura y agrietada (Subgénero *Erythrobalanus*). Para los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla, estos autores citan 16 especies de encinos, sin embargo, actualmente Quezada y colaboradores (2017a) citan 18 especies, en donde algunas especies citadas en 1952 corresponden a sinonimias. Según Quezada y colaboradores (2017a), muestra que para Escuintla únicamente existen 2 registros pertenecientes a 2 especies, para El Progreso 17 registros pertenecientes a 7 especies, para Sacatepéquez 87 registros pertenecientes a 13 especies y para Guatemala, existen 183 registros que pertenecen a 16 especies, lo que evidencia el poco conocimiento de este género para estos departamentos.

Los bosques de encino de Guatemala

Se estima que hay más de 400 especies en el mundo y Müller reconoce 46 especies en Centroamérica, la mayoría de estos se encuentran en Guatemala, pero muchas otras especies crecen hacia el sur en Costa Rica y Panamá (Müller, 1942). Se han considerado dos centros de diversidad para el género *Quercus*, el primero se localiza en Asia y Malasia, y el segundo lugar se presenta en el centro, sur y Sierra Madre Occidental de México. La gran variación morfológica de este género por la hibridación de sus especies ha originado una gran cantidad de nombres por lo que es necesario llevar a cabo estudios exhaustivos y una revisión del género y nomenclatura.

El género *Quercus* es muy importante, la madera se caracteriza por su resistencia, durabilidad y belleza, y se utiliza en muchos lugares para propósitos innumerables, desde combustible, para durmientes de ferrocarril, la construcción de edificios y barcos, detalles interiores, pisos y todos los tipos de muebles. La madera de las diferentes especies varía en cuanto a su cualidad física, algunas de ellas son muy duras y resistentes, otras son más ligeras en peso, más suaves y menos duras. En Guatemala los pinos y encinos son dos de los árboles más importantes y característicos, se encuentran mezclados en bosques de pino-encino, pero con frecuencia los encinos forman rodales casi puros, que anteriormente deben haber cubierto casi ininterrumpidamente las elevaciones medias de las montañas más secas (Standley & Steyermark, 1952).

La conservación de los bosques de encino en Guatemala

La Lista de Especies Amenazadas (Conap, 2009) incluye dentro de su listado 22 especies de encino, de las cuales siete se encuentran en la Categoría 2 que incluye las especies de distribución restringida a un solo tipo de hábitat (endémicas). Quince especies se encuentran en la Categoría 3 que incluye las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran en peligro de extinción, pero podrían llegar a estarlo si no se regula su aprovechamiento.

Otros trabajos de conservación de bosque de encinos

La Alianza para la Conservación de los Bosque de Pino-Encino de Mesoamérica se estableció en 2003 con el interés de investigar y monitorear al ave *Dendroica chrysoparia*, el chipe mejilla dorada, así como de conservar su hábitat. Esta especie de ave se distribuye en los bosques tropicales de las montañas del norte de Centroamérica, dominados por árboles de pino (*Pinus*) y encino (*Quercus*), donde también existe una gran riqueza de especies, comunidades y ecosistemas naturales. Sin embargo, amenazas tan importantes como los incendios forestales, las prácticas forestales insostenibles, que propician la conversión a bosques o plantaciones de pino, la conversión del bosque en tierras agrícolas y ganaderas, así como el cambio climático, ponen en peligro estos magníficos bosques.

Con el fin de contar con un marco de trabajo que oriente y guíe las acciones de conservación en la ecorregión de pino-encino, la Alianza emprendió en 2005 el desarrollo del “Plan de Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica y el Ave Migratoria *Dendroica chrysoparia*”. El

plan presenta un análisis de la situación actual de este ecosistema boscoso centroamericano, sus amenazas y oportunidades, y la propuesta de estrategias de conservación y manejo para la ecorregión (Alianza para la Conservación de los Bosque de Pino-Encino de Mesoamérica, 2008).

Así mismo, del 2015 a la fecha, la Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio de la Unidad de Investigación del Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas, con el aval de la Dirección General de Investigación, han realizado estudios de este género. En la cual, se ha trabajado en la actualización de las especies de este género en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, Petén, Jutiapa, Jalapa. Santa Rosa, Zacapa, Izabal, Chiquimula, Huehuetenango y Quiché. Siendo el principal hallazgo el aumento en el número de especies registradas para estos departamentos desde la Flora of Guatemala (Standley & Steyermark, 1952), seis nuevos registros para el país, así como la identificación de asociaciones vegetales a través de las parcelas lo que permite entender mejor la dinámica real de los bosques (Quezada et al., 2016b, 2017).

Servicios ecosistémicos

Los bosques son los ecosistemas terrestres más extensos y poseen un enorme valor en términos de biodiversidad (Ruiz Pérez, García Fernández & Sayer, 2007). Los seres humanos obtienen diversos beneficios de los recursos naturales que nos rodean a esto se le denomina Servicios Ecosistémicos (Balvanera, 2012). Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Montes & Sala, 2005), los servicios ecosistémicos se categorizan según su utilización, de la siguiente manera: servicios de suministro o provisión, de regulación y culturales. En Guatemala, se ha registrado que los bosques de encino, son fuente primaria de leña y carbón, así mismo son considerados por los comunitarios fuente importante de otros servicios como oxígeno, de agua, materiales de construcción, refugio de animales, medicina y de hongos comestibles (Quezada et al., 2016b).

Estado del arte

La Alianza para la Conservación de los Bosque de Pino-Encino de Mesoamérica se estableció en 2003 con el interés de investigar y monitorear al ave *Dendroica chrysoparia*, el chipe mejilla dorada, así como de conservar su hábitat. Esta especie de ave se distribuye en los bosques tropicales de las montañas del norte de Centroamérica, dominados por árboles de pino (*Pinus*) y encino (*Quercus*), donde también existe una gran riqueza de especies, comunidades y ecosistemas

naturales. Sin embargo, amenazas tan importantes como los incendios forestales, las prácticas forestales insostenibles, que propician la conversión a bosques o plantaciones de pino, la conversión del bosque en tierras agrícolas y ganaderas, así como el cambio climático, ponen en peligro estos magníficos bosques.

Con el fin de contar con un marco de trabajo que oriente y guíe las acciones de conservación en la ecorregión de pino-encino, la Alianza emprendió en 2005 el desarrollo del “Plan de Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica y el Ave Migratoria *Dendroica chrysoparia*”. El plan presenta un análisis de la situación actual de este ecosistema boscoso centroamericano, sus amenazas y oportunidades, y la propuesta de estrategias de conservación y manejo para la ecorregión (Alianza para la Conservación de los Bosque de Pino-Encino de Mesoamérica, 2008).

Así mismo, del 2015 a la fecha, la Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio de la Unidad de Investigación del Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas, con el aval de la Dirección General de Investigación, han realizado estudios de este género. En la cual, se ha trabajado en la actualización de las especies de este género en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, Petén, Jutiapa, Jalapa. Santa Rosa, Zacapa, Izabal, Chiquimula, Huehuetenango y Quiché. Siendo el hallazgo principal el registro de un mayor número de especies que registraba la Flora of Guatemala (Standley & Steyermark, 1952), así como las parcelas permiten identificar las asociaciones vegetales donde se distribuyen y así poder entender la dinámica real de los bosques (Quezada et al., 2016b, 2017a).

En 2018 se elaboró la Guía de Encinos de Guatemala Volumen 1, región Nororiente, la cual es una compilación de las especies de esa región, con descripciones, ilustraciones, fotografías y una clave para la identificación de las especies de nueve departamentos (Rodas-Duarte et al., 2018).

Objetivo general.

General:

Determinar la diversidad y distribución de especies de *Quercus* sp. (encinos), su uso y valoración cultural en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.

Objetivos específicos

Determinar la riqueza de especies de *Quercus* que ocurren en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.

Documentar la vegetación asociada a los bosques de encinos que ocurren en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.

Establecer los valores sociales y culturales asociados a los bienes y servicios ambientales que proveen los bosques de encino.

Establecer las comunidades de encino más vulnerables y los ecosistemas prioritarios para su conservación en los departamentos estudiados hasta el 2019.

Hipótesis (si aplica).

La hipótesis no aplica debido a que es una investigación basada en la exploración de la diversidad y distribución actual de encinos para Guatemala.

Materiales y métodos

13.1 Enfoque y tipo de investigación: El enfoque de la investigación es mixto, no experimental. La investigación es de tipo exploratoria y descriptiva.

13.2 Recolección de información: La recolección de los datos se realizó por medio de la revisión de las especies presentes en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla, en la base de datos proveniente de los ejemplares de los herbarios de Guatemala (Universidad del Valle [UVAL], Agronomía de Guatemala [AGUA], Biología de Guatemala [BIGU], Universidad de San Carlos de Guatemala [USCG]), de las bases que se encuentran en línea, tales como MOBOT (Tropicos), The Plant List, Oak of de the World, GBIF, entre otras, y de las citadas en la literatura revisada. Por medio de los mapas de cobertura forestal para Guatemala 2012 se desarrollaron mapas de distribución actual y se analizó la vulnerabilidad de las comunidades utilizando el programa Arc Gis 10.3®. La recolección de datos en el campo se realizó por medio de parcelas circulares, donde se recabó información de las especies de encinos, especies

arbóreas y estado de conservación del sitio. En cada parcela se consideró la estructura y composición de especies arbóreas (encinos y otras especies presentes), también se tomó datos espaciales para georreferenciarlos (latitud, longitud y altitud).

13.3 Para investigación cualitativa: Para llevar a cabo los talleres etnobotánicos se contactó a los líderes comunitarios para facilitar el acceso a los sitios y confirmar la disponibilidad de los comunitarios, así como para contar con su consentimiento. Cada comunidad fue seleccionada por accesibilidad y cercanía a los sitios de colecta, donde se realizó un taller por departamento, siendo los grupos de interés los comunitarios que estaban dispuestos a compartir su conocimiento sobre los encinos de la región.

13.4 Técnicas e instrumentos:

13.4.1 Técnica biológica:

Para la colecta de datos botánicos se tomó muestras de las especies de encinos presentes y de la vegetación acompañante, posteriormente estos ejemplares fueron procesados e ingresados en el Herbario USCG, para confirmar su identidad taxonómica.

Proceso de herborización e ingreso de especímenes botánicos colectados:

a) Herborización de los ejemplares colectados: Se colocaron los ejemplares frescos dentro de hojas de papel periódico, los ejemplares debían medir aproximadamente 30 cm de largo. Se identificó la hoja de papel periódico donde va la muestra con los datos de colecta, número de colecta y código del colector. Todas las muestras en papel se colocan intercaladas con cartones corrugados. Luego se colocaron dentro de las prensas y se apretaron con cinchos especiales para herborización. La prensa botánica se colocó en la secadora, ubicada en las instalaciones del Herbario USCG, donde tomó cerca de una semana para secar los especímenes.

b) Luego de que las muestras se encontraban secas se colocaron en una bolsa plástica, sellada y debidamente identificada con nombre y fecha de ingreso, y posteriormente se ingresaron a un congelador donde las muestras fueron sometidas al proceso de cuarentena. En este proceso los especímenes son sometidos a temperaturas menores a los 18 °C, durante 7 días. El objetivo es

eliminar huevos de insectos que hayan sobrevivido al secado y evitar que posteriormente puedan contaminar la colección.

c) Identificación: Posterior al proceso de cuarentena, los especímenes se ingresaron al área de laboratorio del Herbario USCG. Se utilizaron claves de identificación taxonómica, tales como la Flora de Guatemala, The Central American Species of Quercus, Flora de Mesoamérica, entre otros. Además, se utilizó estereoscopios, pinzas, agujas de disección, reglas para el proceso de identificación.

d) Se ingresaron los especímenes identificados a la base de datos del Herbario, y se les asignó un número de registro de herbario y posteriormente se imprimió las etiquetas.

e) Montaje: Cada muestra se colocó en el papel especial de herbario, libre de ácido y con medida estándar de 42 cm x 29.5 cm. La muestra se pegó con goma blanca escolar, para asegurar la muestra se sujetó con puntadas de hilo y se le colocó la etiqueta.

f) Por último, se escaneó los especímenes y se intercalaron dentro de los armarios de la colección.

Diversidad y distribución de especies.

Se seleccionarán al menos 14 sitios de colecta y 126 puntos de colecta en los departamentos en estudio. Los sitios fueron seleccionados por conveniencia y estuvieron condicionados por la accesibilidad, ausencia de registros de encinos en los herbarios, presencia de remanentes boscosos y el permiso de los propietarios de las reservas estatales y privadas para la toma de los datos (Figura 1). Asimismo, se hicieron colectas en localidades intermedias con el fin de coleccionar posibles individuos híbridos, ya que este género tiende a hibridarse con facilidad.

En los sitios seleccionados se marcó una parcela circular ($r=12.5$ m), donde se tomó datos por medio de una boleta de vegetación, teniendo 14 parcelas al final del 2019. Cada parcela solamente se visitó en una ocasión, con el fin de tener suficiente información para determinar con mayor precisión la distribución potencial de cada una de las especies reportadas en los departamentos.

Con las boletas que se utilizaron se registró de la forma más sencilla datos de la estructura del bosque y poblaciones de encino tales como: especies presentes, cobertura de dosel, altura de los

árboles, diámetro a la altura del pecho (DAP), abundancia, coordenadas geográficas, altitud; así como condiciones del bosque para evaluar su estado de conservación (Anexo 1).

13.4.2 Técnica social, cualitativa:

Se realizaron entrevistas para documentar el conocimiento tradicional que tienen las comunidades acerca de las especies de encinos y su importancia como recurso. Se contactó a los líderes de las comunidades para facilitar el acceso a los sitios, así como para contar con el consentimiento de los comunitarios para llevar a cabo los talleres y así contar con su participación. Cada comunidad fue seleccionada por accesibilidad y cercanía a los sitios de colecta, se realizó un taller en tres departamentos, siendo los grupos de interés los comunitarios que estaban dispuestos a compartir su conocimiento sobre los encinos de la región. La boleta utilizada en las fases anteriores a este estudio fue revisada por la antropóloga Xochitl Anaite Castro Ram, con el apoyo del Centro de Estudios Folklóricos (Cefol) (Anexo 12), para poder darle un enfoque más integral a los talleres y que facilitara que los asistentes puedan compartir sus conocimientos. Esta información se utilizó para determinar la importancia de usos y valoración cultural de las especies de encinos por la población.

13.4.3 Instrumento

Para recabar la información dentro de las parcelas de vegetación se utilizará el siguiente equipo:

- Boletas de campo
- Densitómetro
- Cinta diamétrica
- Cinta de marcaje (Flagging)
- GPS
- Lápiz
- Cinta métrica
- Tabla para apuntar
- Hipsómetro
- Tijeras podadoras
- Bastón podador
- Bolsas de colecta
- Papelógrafos
- Marcadores
- Boleta para entrevista semi-estructurada.
- Programa Arc GIS 10.3 ®

1.1 Operacionalización de las variables o unidades de análisis: describa las variables que evaluó por objetivo, describa la forma como las midió, clasificó o cualificó. Presente por cada objetivo las variables que midió o cualificó según el enfoque y tipo de investigación.

Objetivos específicos	Variables o unidades de análisis que serán consideradas	Forma en que se medirán, clasificarán o cualificarán
Determinar la diversidad y distribución de especies de <i>Quercus</i> que ocurren en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.	Riqueza y distribución de encinos que ocurren en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla. (Cuantitativa)	Número de especies de encino. Estructura de los ejemplares de encinos (DAP, altura, frecuencia, forma y ancho de copa). Localidades reportadas para la distribución de encinos tabuladas y mapeadas.
Documentar la vegetación asociada a los bosques de encino en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.	Riqueza y composición de especies arbóreas asociadas a las especies de encino.	Diversidad alfa y beta de especies arbóreas asociados con las especies de encino. Análisis de la estructura del estrato arbóreo de las parcelas (DAP, altura, frecuencia, forma y ancho de copa).
Establecer los valores sociales y culturales asociados a los bienes y servicios ambientales que proveen los bosques de encino.	Uso y valoración cultural de las especies de encino en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla. (Cuantitativas y cualitativas).	Número de especies de encinos identificadas por los pobladores. Número de usos registrados para especies de encino por los pobladores. Valoración económica y cultural de las especies de encino por los pobladores.

<p>Establecer las comunidades de encino más vulnerables y establecer ecosistemas prioritarios para su conservación en los departamentos estudiados en 2019.</p>	<p>Frecuencia de especies de encino y vegetación asociada en cada parcela (2015-2018; 130 parcelas) Mapa de altitud Mapa litográfico Mapa de precipitación, Mapa geológico de Guatemala, Mapa de altitudinal. Otras capas o descriptores que nos permitan la evaluar las condiciones físicas de la distribución de las especies</p>	<p>Mapa de Asociaciones vegetales y ecosistemas. Área probable de distribución, Análisis de cobertura actual del ecosistema. Propuesta de especies y ecosistemas vulnerables a la extinción.</p>
---	---	--

13.7 Procesamiento y análisis de la información:

Diversidad de especies de encinos y flora asociada

Los datos obtenidos a partir de las bases de datos en línea, registros de herbarios, literatura y colectas de campo se manejaron a través de bases de datos en Excel®. A partir de estas bases de datos, se obtuvo el número de especies registradas para cada uno de los departamentos. Estos datos fueron representados por gráficos de frecuencia y/o tablas de frecuencia.

Con relación a los análisis de composición y estructura del bosque, obtenidos a través de la toma de datos en campo, se realizó el análisis de abundancia y dominancia del género en los sitios de colecta. La diversidad arbórea (alfa, beta y gamma) se analizó mediante los índices de diversidad utilizando el índice exponencial de Shannon para medir las diversidades (alfa= riqueza, beta=recambio y gamma= diversidad total) por medio de número efectivo de especies y/o comunidades (Jost, 2006, 2007, 2010). Para analizar la similitud entre las comunidades vegetales (parcelas de colecta) se realizaron análisis de ordenación (NMDS por sus siglas en inglés) y agrupamiento jerárquico, utilizando el índice de similitud Morisita-Horn y el método de varianza mínima de Ward (McCune & Grace, 2003; Zak & Willig 2004). Además, se evaluó la cobertura del muestreo (Chao & Jost 2012; Chao & Lee 1992) por el número de parcelas y departamento para estimar si la muestra fue suficiente.

13.8 Para investigación cualitativa:

Importancia de usos y valoración cultural de encinos asociados en las poblaciones guatemaltecas.

La información derivada de los dos talleres etnobotánicos fueron analizados de forma descriptiva y narrativa, utilizando la frecuencia de las respuestas generadas por los comunitarios en las entrevistas. Según el número de entrevistas y talleres que pudieron realizarse, se analizó en forma cuantitativa, tales como índice de frecuencia, índice de valor de uso, entre otros utilizados en etnobotánica. (Hoffman & Gallaher, 2007; Lajones & Lema, 1999; Reyes-García, Huanca, Valdez, Leonard & Wilkie, 2006).

Vinculación, difusión y divulgación

El Herbario USCG y el Centro de Estudios Conservacionistas forman parte de varias redes de intercambio de información. Los intercambios de información se llevan a cabo en mesas de discusión las cuales son organizadas por instituciones como Fundaeco, Defensores de la Naturaleza, Conap, Inab, MARN, Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, con el objetivo de tratar temas sobre diversidad biológica y su conservación. El Herbario USCG mantiene vínculos con otras instituciones internacionales relacionadas con el estudio y conservación de la diversidad florística como jardines botánicos y herbarios en Mesoamérica, con los cuales se lleva a cabo intercambios científicos de especímenes, así como de información y bibliografía. Entre estas instituciones se pueden mencionar el Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM, el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sostenibilidad (IIES) de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) de la UNAM en Morelia. Asimismo, dada la importancia del tema a nivel regional, el Herbario USCG, es un miembro de la Red de Conservación de Encinos de América, por sus siglas en inglés (OACN), en conjunto con la Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM-, Instituto de Ecología -INECOL-, Universidad de Costa Rica -UCR-, Universidad Autónoma de Honduras -UNAH-, The Morton Arboretum, Chicago Field Museum, University of Minnesota. Por lo cual se cuenta con el apoyo de diferentes expertos en el tema, tales como Dra. Susana Valencia, Dr. Antonio González, Dr. Andrés Torres-Miranda, Dr. Hernando Rodríguez Correa, Dra. Jeannine Cavender-Bares, entre otros investigadores. A nivel nacional se hicieron vinculó principalmente con el CONAP e INAB, con la impartición de tres talleres de identificación de encinos en el campo y con apoyo en la identificación de ejemplares botánicos para elaboración de planes de manejo e incentivos forestales. Así mismo, el 14 de marzo del presente año se llevó a

cabo la difusión de las investigaciones derivadas de los proyectos financiados por la DIGI desde el 2015, a través de la realización del Seminario “Encinos de Guatemala: aportes en el conocimiento para su conservación” donde se invitó a toda la comunidad técnica y científica de la USAC, así como a INAB y CONAP, y donde al finalizar se hizo entrega del primer Volumen de la Guía de Encinos de Guatemala. Se llevó a cabo el Taller Introducción al análisis espacial de la biodiversidad del 24 al 26 de abril del presente año, impartido por el Dr. César Andrés Torres-Miranda, de la Escuela Nacional de Estudios Superiores de Morelia, de la Universidad Autónoma de México, y donde participaron 15 profesionales y estudiantes. Se llevó a cabo el acompañamiento en viaje de campo donde se realizaron colectas de *Quercus insignis* M. Martens & Galeotti, especies que se encuentra en peligro, en los departamentos de Petén, Chiquimula y Zacapa, en colaboración con el Dr. Hernando Rodríguez de la Escuela Nacional de Estudios Superiores- Unidad Morelia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, como miembros de la Red de Conservación de encinos en Mesoamérica.

Estrategia de difusión y divulgación

Se realizó dos cursos-talleres como estrategia de capacitación a los guardarecursos de los departamentos en estudio y así mismo poder evidenciar el trabajo de la Universidad del 2015-2019 en este tema de interés nacional, como lo son los bosques de encino. Se elaboró un calendario 2020 con fotografías de las especies de encinos encontradas en los departamentos de estudio y de los servicios ecosistémicos que se obtienen de estos bosques, además se incluye información relevante de las mismas. Este calendario se distribuirá al personal de las instituciones relacionadas a la conservación de los bosques como ejemplo: INAB, CONAP, FUNDAECO, MARN e instituciones de la USAC. Se elaboraron calcomanías de encinos que reflejan la importancia de los bosques de encino por los servicios que aportan para Guatemala y así crear una cultura de respeto, admiración y conservación de los mismos. Además, se espera generar al menos dos artículos científicos con la finalidad de publicarlos uno en revistas nacionales y uno a nivel internacional. Se elaboró la información para un cuatrifoliar de los servicios ecosistémicos de los encinos.

Productos, hallazgos, conocimientos o resultados:

Diversidad y distribución de especies de Quercus en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.

Se obtuvieron 309 registros provenientes únicamente de colectas realizadas durante el desarrollo del proyecto, además se obtuvieron 144 registros de las bases de datos de los herbarios nacionales e internacionales. Los 453 registros totales corresponden a 9 especies de la sección *Quercus* (encinos blancos) y 14 de la sección *Lobatae* (encinos rojos). Se citan 12 especies más de las registradas para estos departamentos según Standley & Steyermark en la Flora de Guatemala (Tabla 1).

Se colectaron 25 especímenes de híbridos, los cuales presentan características morfológicas evidentes de dos especies y por lo mismo no se pudo restringir o identificar a una sola especie de encino. El mayor número de registros se localizó en el departamento de Sacatepéquez (170), Guatemala (169), El Progreso (105) y en menor cantidad en el departamento de Escuintla (10). Previo a este estudio se contaba en las bases de datos con 2 registros de *Quercus* en el departamento de Escuintla, 7 en El Progreso, 30 en Sacatepéquez y 34 en Guatemala (Figura 2-9).

Tomando en cuenta lo anterior, el Herbario USCG es el que posee hasta el momento el mayor número de registros, equivalente a 75% de las colectas en esos departamentos y representadas en los herbarios.

El departamento que presenta mayor riqueza de encinos es Guatemala (17), luego Sacatepéquez (14), El Progreso (14) y por último Escuintla (7).

Tabla 1

Riqueza y distribución de encinos registrada para los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.

Sección	Especie	Colectas 2019 DIGI 4.47	Standley y Steyermark, 1952	Quezada, et al., 2017
Encinos blancos (<i>Quercus</i> sect. <i>Quercus</i>)	<i>Quercus bumelioides</i> Liebm. †	ESC		PRO, GUA
	<i>Quercus corrugata</i> Hook. †	PRO, SAC, ESC		GUA, SAC
	<i>Quercus lancifolia</i> Schltl. & Cham. †	SAC	GUA	ESC, GUA
	<i>Quercus pacayana</i> C.H. Mull.		GUA	
	<i>Quercus peduncularis</i> Née	PRO, GUA, SAC	SAC, GUA, ESC	PRO, GUA, SAC
	<i>Quercus purulhana</i> Trel. †	PRO, GUA, SAC		
	<i>Quercus segoviensis</i> Liebm. †	PRO, GUA, SAC	GUA	GUA, SAC
	<i>Quercus rugosa</i> Née			GUA, SAC
	<i>Quercus vicentensis</i> Trel. *	PRO, GUA, SAC		
	<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.	GUA, SAC	GUA, SAC	SAC
Encinos rojos (<i>Quercus</i> sect. <i>Lobate</i>)	<i>Quercus acutifolia</i> Née	PRO, GUA, SAC	GUA, SAC	PRO, GUA, SAC
	<i>Quercus benthamii</i> A.DC. †	GUA, ESC		SAC
	<i>Quercus borucasana</i> Trel.	PRO		PRO, SAC
	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	GUA, SAC	GUA, SAC	GUA, SAC
	<i>Quercus crispifolia</i> Trel. *	PRO		
	<i>Quercus elliptica</i> Née†	PRO		GUA
	<i>Quercus flagellifera</i> Trel.		PRO	
	<i>Quercus gulielmi-treleasei</i> C.H. Mull.†	GUA		PRO
	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	PRO, GUA, SAC	PRO, GUA	PRO, SAC, GUA
	<i>Quercus skinneri</i> Benth.	SAC, ESC	GUA, SAC, ESC	PRO, SAC, GUA, ESC
<i>Quercus tristis</i> Liebm. †	PRO, GUA, SAC, ESC	GUA, SAC	GUA, SAC	
<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl. †	PRO, SAC		GUA	

ESC= Escuintla; GUA= Guatemala; PRO=El Progreso; SAC= Sacatepéquez.

(*): Especies con ampliación de distribución departamental, no se registraban para ninguno de los cuatro departamentos estudiados.

(†): Especies con ampliación de distribución departamental, se registraban en al menos uno de los cuatro departamentos estudiados.

Las especies de encinos que presentaron mayor frecuencia de colecta fueron: *Quercus tristis* Liebm. (55), *Quercus acutifolia* Née (39), *Quercus vicentensis* Trel. (37), *Quercus crassifolia* Bonpl. (33) y *Quercus sapotifolia* Liebm. (31). Las especies de encinos que presentaron menor frecuencia de colecta fueron *Quercus borucasana* Trel (1), *Quercus crispifolia* Trel. (1) y *Quercus bumelioides* Liebm. (2) (Tabla 2).

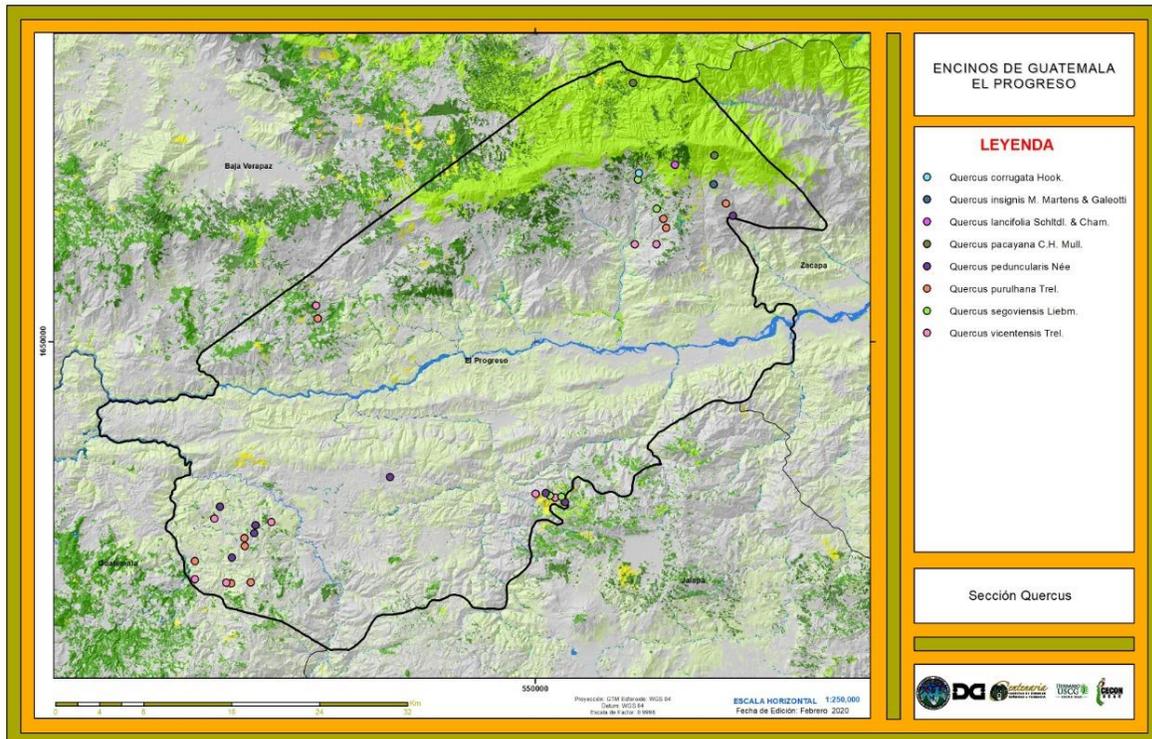


Figura 3. Distribución de registros de la Sección *Quercus* en el departamento de El Progreso.

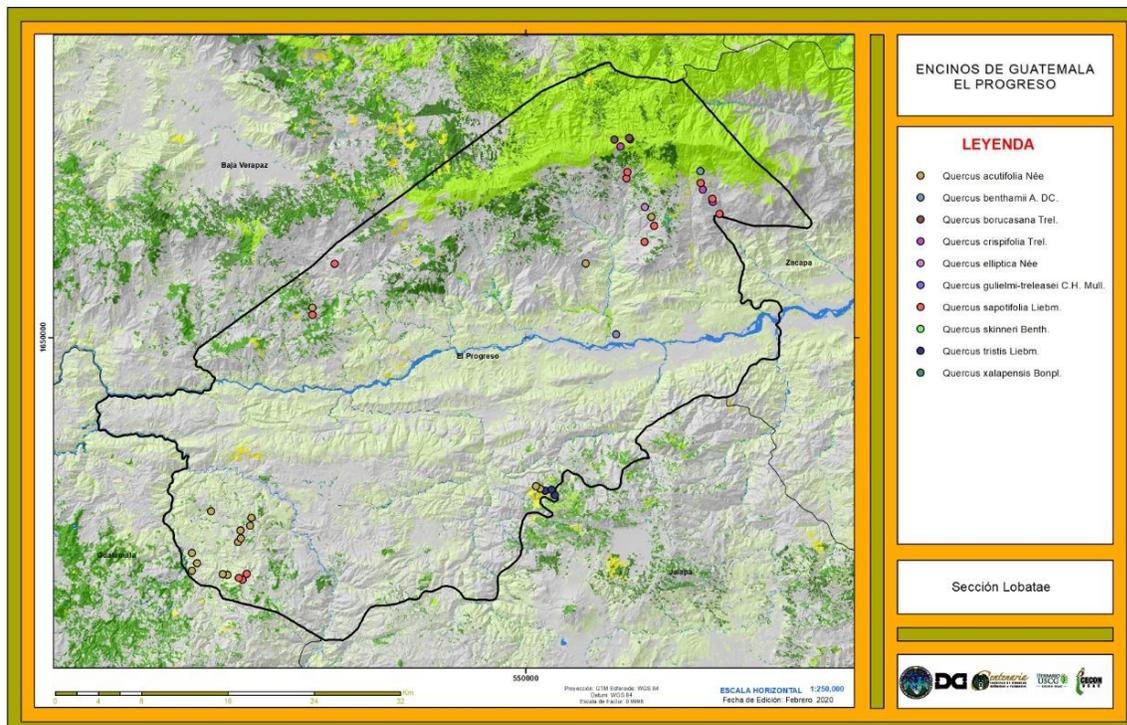


Figura 3. Distribución de registros de la sección *Lobatae* en el departamento de El Progreso.

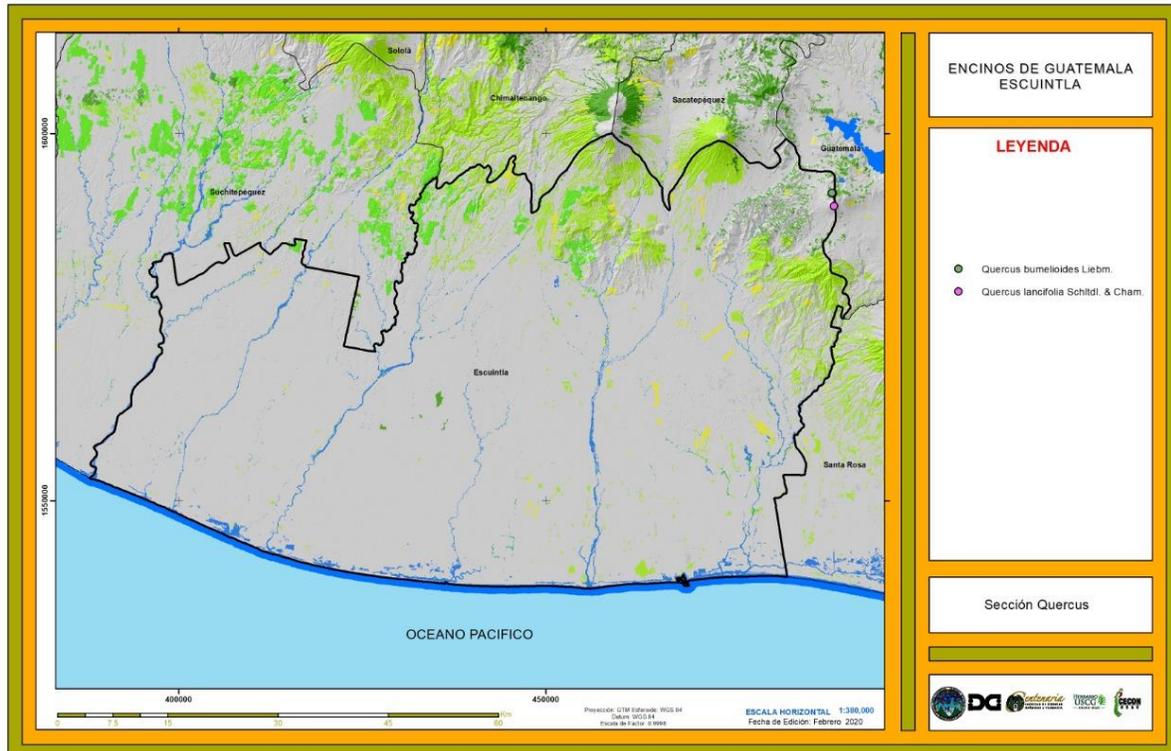


Figura 4. Distribución de registros de la Sección *Quercus* en el departamento de Escuintla.

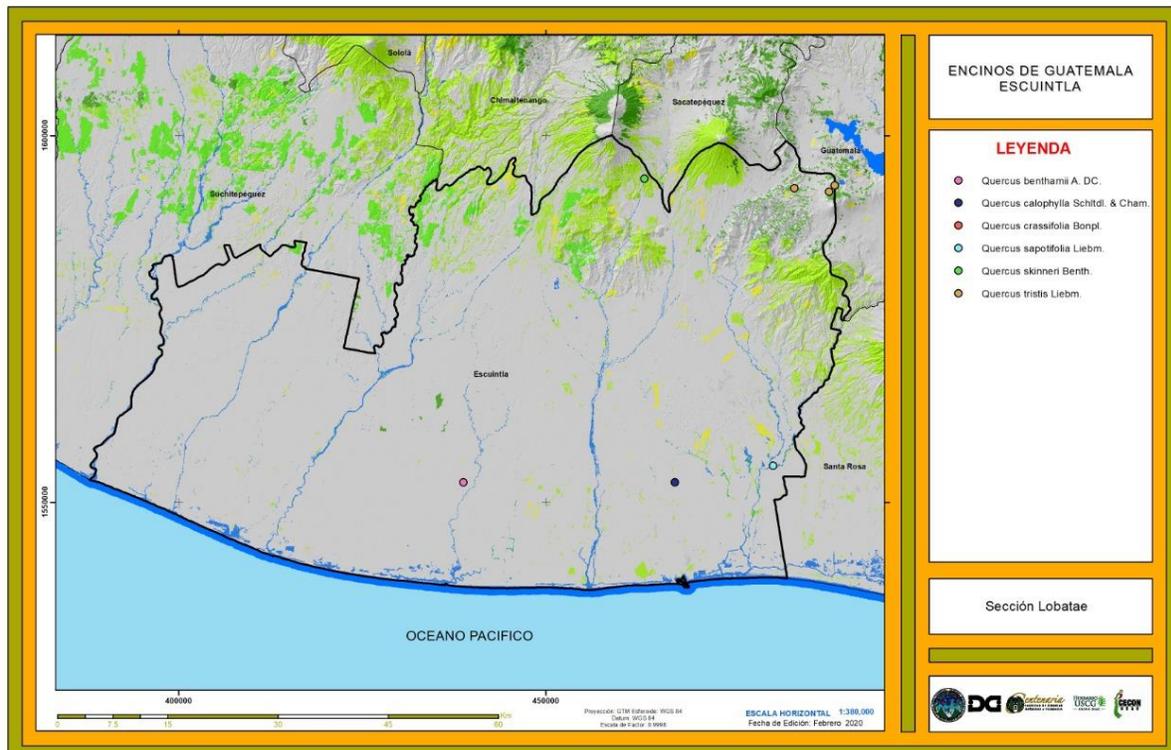


Figura 5. Distribución de registros de la Sección *Lobatae* en el departamento de Escuintla.

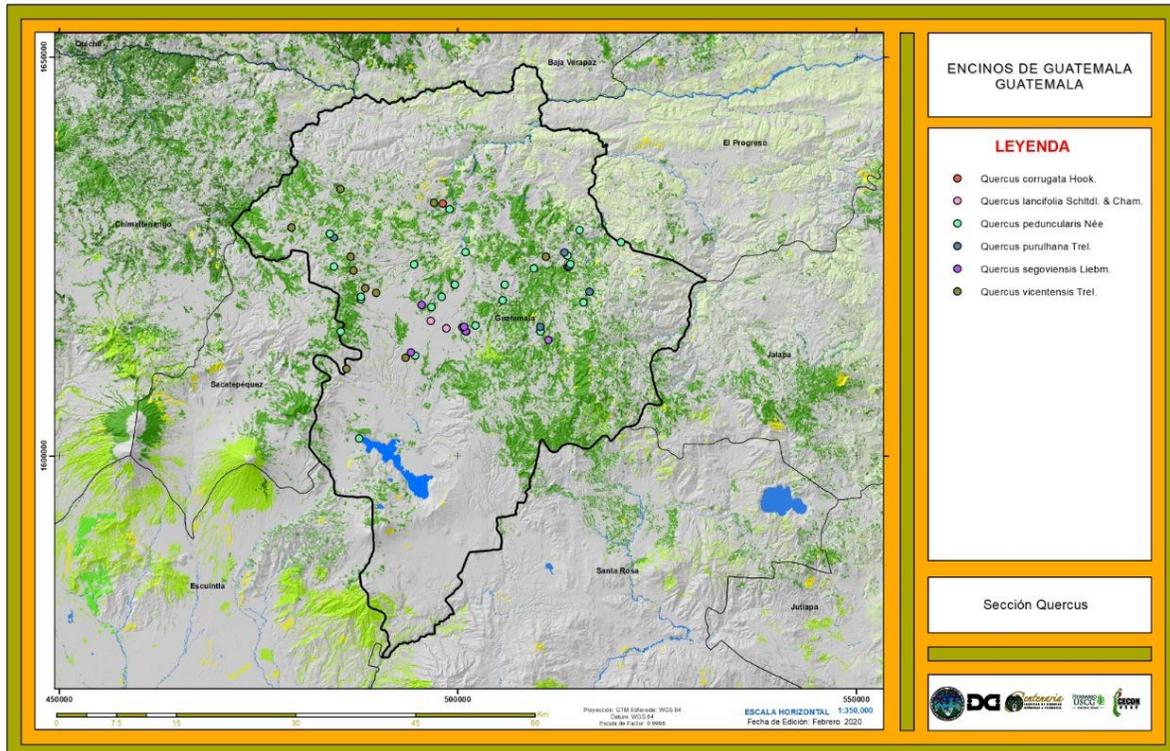


Figura 6. Distribución de registros de la Sección *Quercus* en el departamento de Guatemala.

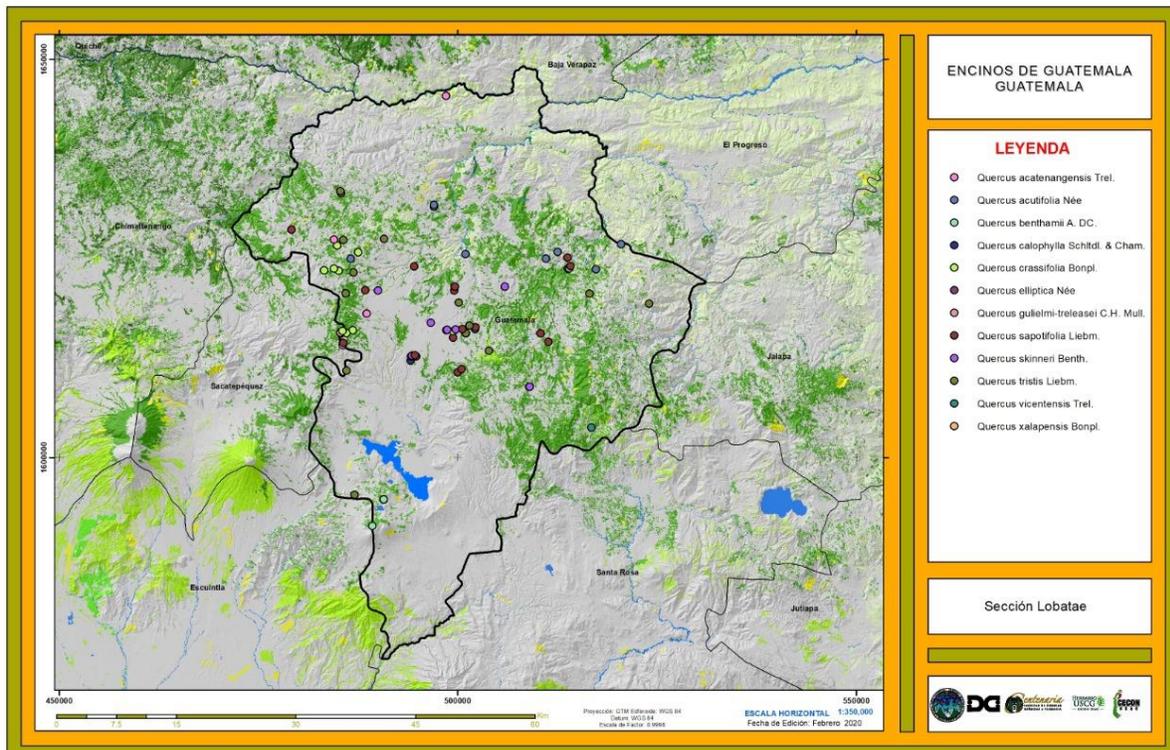


Figura 7. Distribución de registros de la Sección *Lobatae* en el departamento de Guatemala.

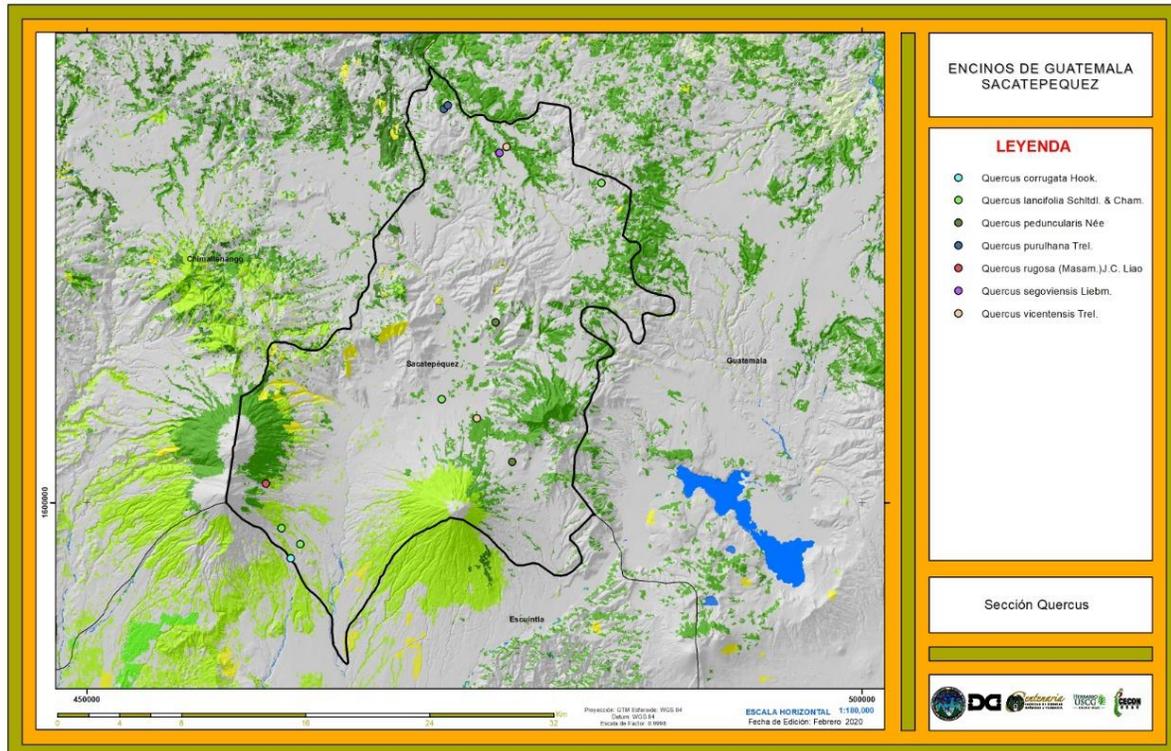


Figura 8. Distribución de registros de la Sección *Quercus* en el departamento de Sacatepéquez.

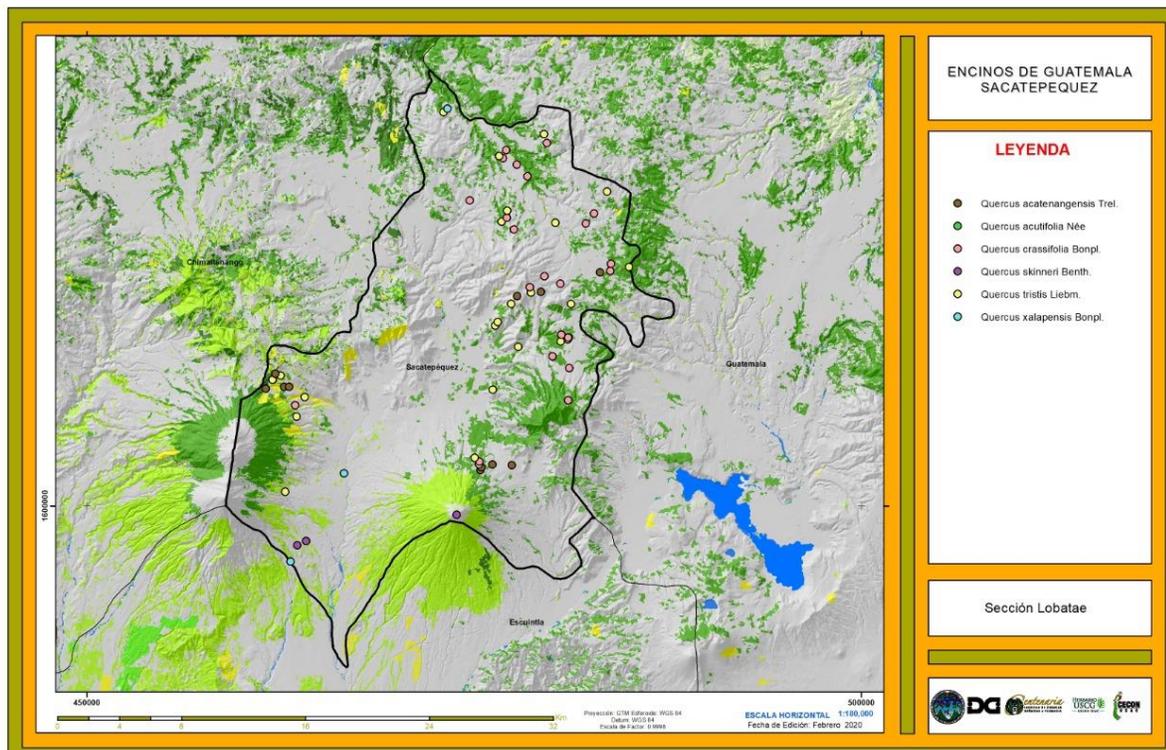


Figura 9. Distribución de registros de la Sección *Lobatae* en el departamento de Sacatepéquez.

Tabla 2

Frecuencia de colecta de especies de encinos registrada para los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla. Durante el año 2019

Espece	Colectas
<i>Quercus borucasana</i> Trel.	1
<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	1
<i>Quercus bumelioides</i> Liebm.	2
<i>Quercus lancifolia</i> Schltl. & Cham.	3
<i>Quercus elliptica</i> Née	4
<i>Quercus gulielmi-treleasei</i> C.H. Mull.	4
<i>Quercus benthamii</i> A. DC.	5
<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl.	5
<i>Quercus corrugata</i> Hook.	6
<i>Quercus skinneri</i> Benth.	6
<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	9
<i>Quercus purulhana</i> Trel.	20
<i>Quercus acatenangensis</i> Trel.	22
<i>Quercus peduncularis</i> Née	24
<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	31
<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	33
<i>Quercus vicentensis</i> Trel.	37
<i>Quercus acutifolia</i> Née	40
<i>Quercus tristis</i> Liebm.	55

Vegetación asociada a los bosques de encino en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.

Se colectaron 89 especímenes vegetales asociados a los bosques de encino, los cuales corresponden a 45 familias botánicas, 66 géneros y 72 especies. Las familias con mayor frecuencia de colecta fueron: Leguminosae, Solanaceae y Malvaceae. Los géneros con mayor frecuencia de colecta

fueron: *Acacia*, *Luehea*, *Ilex*, *Ostrya*, *Cochlospermum*, *Clethra*, *Croton*, *Calliandra*, *Diphysa*, *Fuchsia*, *Phytolacca*, *Pinus*, *Lysianthes*, y *Witheringia*. Las especies con mayor frecuencia de colecta fueron: *Acacia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Luehea candida* (Moc. & Sessé ex DC.) Mart. y (Tabla 3).

Tabla 3
Especies colectadas en las parcelas de vegetación.

Registro de Herbario	Familia	Especie
45993	Actinidiaceae	<i>Saurauia</i> sp.
46015	Alstroemeriaceae	<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.
46082	Apocynaceae	<i>Matelea</i> sp.
45995	Aquifoliaceae	<i>Ilex discolor</i> Hemsl.
46032	Aquifoliaceae	<i>Ilex discolor</i> var. <i>tolucana</i> (Hemsl.) Edwin ex J.Linares
45996	Araliaceae	<i>Oreopanax</i> sp.
46028	Asparagaceae	<i>Maianthemum flexuosum</i> (Bertol.) LaFrankie
46026	Asteraceae	<i>Critoniopsis standleyi</i> (S.F.Blake) H.Rob.
46006	Asteraceae	<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G. Don
46492	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H.Rob.
46038	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth
46478	Betulaceae	<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K.Koch
46088	Betulaceae	<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K.Koch
46017	Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.
46010	Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.
46004	Cannabaceae	<i>Aphananthe monoica</i> (Hemsl.) J.-F. Leroy
46075	Celastraceae	<i>Zinowiewia integerrima</i> (Turcz.) Turcz.
46051	Clethraceae	<i>Clethra oleoides</i> L.O.Williams
46481	Clethraceae	<i>Clethra suaveolens</i> Turcz.
46482	Clethraceae	<i>Clethra suaveolens</i> Turcz.
46081	Cucurbitaceae	<i>Microsechium palmatum</i> (Ser.) Cogn. <i>Polystichum speciosissimum</i> (A. Braun ex Kunze)
46021	Dryopteridaceae	Copel.
46083	Ericaceae	<i>Agarista mexicana</i> (Hemsl.) Judd
46072	Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth
46074	Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth
46005	Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong
46014	Iridaceae	<i>Cobana guatemalensis</i> (Standl.) Ravenna
46078	Lamiaceae	<i>Cornutia pyramidata</i> L.
46037	Lauraceae	<i>Cinnamomum padiforme</i> (Standl. & Steyerm.) Kosterm.

46057	Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth
46016	Lauraceae	<i>Nectandra globosa</i> (Aubl.) Mez
46002	Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.
46012	Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.
46013	Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.
46007	Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.
46008	Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.
46494	Leguminosae	<i>Calliandra houstoniana</i> var. <i>anomala</i> (Kunth) Barneby
46493	Leguminosae	<i>Calliandra houstoniana</i> var. <i>anomala</i> (Kunth) Barneby
46477	Leguminosae	<i>Calliandra</i> sp.
46080	Leguminosae	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton & Rose
46022	Leguminosae	<i>Diphysa floribunda</i> Peyr.
45994	Leguminosae	<i>Diphysa</i> sp.
46035	Leguminosae	<i>Inga nobilis</i> Willd.
46495	Leguminosae	<i>Lupinus montanus</i> Kunth
46009	Leguminosae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth
46066	Loranthaceae	<i>Antidaphne</i> sp.
46019	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth
46001	Malvaceae	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i> Larreat.
46033	Malvaceae	<i>Hampea</i> sp.
46018	Malvaceae	<i>Luehea candida</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Mart.
46011	Malvaceae	<i>Luehea candida</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Mart.
46488	Malvaceae	<i>Luehea candida</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Mart.
46024	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.
46020	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.
46485	Meliaceae	<i>Guarea glabra</i> Vahl
46003	Meliaceae	<i>Guarea luxii</i> C.DC. ex Donn.Sm.
46085	Olacaceae	<i>Ximenia americana</i> L.
46000	Onagraceae	<i>Fuchsia splendens</i> Zucc.
46076	Onagraceae	<i>Fuchsia splendens</i> Zucc.
46034	Opiliaceae	<i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl.
46491	Orobanchaceae	<i>Castilleja pectinata</i> M.Martens & Galeotti
45992	Papaveraceae	<i>Bocconia gracilis</i> Hutch.
45988	Passifloraceae	<i>Passiflora membranacea</i> Benth.
46027	Pentaphragaceae	<i>Cleyera theoides</i> (Sw.) Choisy
45999	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & C.D.Bouché
46079	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & C.D.Bouché
46480	Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltdl.
45989	Pinaceae	<i>Pinus pseudostrabus</i> Brongn.
46067	Pinaceae	<i>Pinus pseudostrabus</i> Brongn.

46084	Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.
45998	Polygalaceae	<i>Monnina xalapensis</i> Kunth
46476	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.
46029	Proteaceae	<i>Roupala glaberrima</i> Pittier
46073	Rhamnaceae	<i>Frangula discolor</i> (Donn.Sm.) Grubov
46479	Rubiaceae	<i>Arachnothryx buddleioides</i> (Benth.) Planch.
46487	Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC.
46486	Rubiaceae	<i>Glossostipula concinna</i> (Standl.) Lorence
46071	Salicaceae	<i>Olmediella betschleriana</i> (Göpp.) Loes.
46087	Schoepfiaceae	<i>Schoepfia vacciniiflora</i> Planch. ex Hemsl.
46086	Scrophulariaceae	<i>Buddleja nitida</i> Benth.
46025	Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp.
45991	Solanaceae	<i>Lycianthes</i> sp.
45990	Solanaceae	<i>Lycianthes</i> sp.
46023	Solanaceae	<i>Lycianthes</i> sp.
45997	Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.
46490	Solanaceae	<i>Witheringia solanacea</i> L'Hér.
46489	Solanaceae	<i>Witheringia solanacea</i> L'Hér.
46077	Styracaceae	<i>Styrax warscewiczii</i> Perkins
46036	Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis tuerckheimiana</i> Donn.Sm.

Comunidades de encino más vulnerables y los ecosistemas prioritarios para su conservación en los departamentos estudiados hasta el año 2019.

Bosques de Encino

Los bosques de encino o encinares son característicos de zonas montañosas de nuestro país, suelen encontrarse desde el nivel del mar hasta los 3000 m aproximadamente. En Guatemala, actualmente, no son reconocidos como una comunidad independiente a los bosques de pino-encino. Sin embargo, estas comunidades suelen crecer como robledales puros en bosques templados, semi-húmedos y semiáridos, donde el género es uno de los elementos dominantes de los diferentes ensambles de especies. Estos bosques de encino suelen encontrarse a lo largo de todo el país, sin embargo, su composición se modifica según la altitud, clima y distribución geográfica. En muchos casos estas especies también comparten su dominancia con especies de pino, las cuales se describirán en el siguiente apartado. Regularmente las comunidades de encinares suelen encontrarse en una franja entre bosque seco y pino-encino, y otra franja entre bosque de pino-

encino y bosque nuboso. A continuación, se describen las comunidades predominantes registradas en el país.

Bosques húmedos de encino

Q. sapotifolia, Q. vicentensis, Q. purulhana, Q. callopylla,

Esta comunidad es frecuente encontrarla en altitudes que oscilan entre los 1200-1700 m, se caracteriza por presentar alta humedad y se encuentran en una franja de vegetación previa a los bosques nubosos. En la región noroccidental predomina el ensamble entre *Quercus callopylla*, *Quercus sapotifolia* y *Quercus purulhana*, mientras que en la región central predominan *Quercus sapotifolia*, *Quercus purulhana* y *Quercus vicentensis*. En esta franja pueden traslaparse especies que son más frecuentes en lugares más altos y más secos como *Q. crassifolia*, *Q. acatenanguensis* y *Q. tristis*, pero son menos frecuentes. Asimismo, existe un fuerte traslape de ésta comunidad con los bosques de pino-encino, sin embargo, la dominancia de éstas especies tiende a disminuir en este tipo de hábitat.

Bosques templados de encino

Q. rugosa, Q. crassifolia, Q. acatenanguensis, Q. crispifolia. Q. tristis,

Esta comunidad es frecuente encontrarla en altitudes entre 1600-2100m, son comunidades abundantes en el occidente del país, y su composición varía según la humedad. En la región central predomina este ensamble, mientras que en sitios más predominan húmedos tiende aparecer *Q. crispifolia* y en lugares más secos *Q. crispifolia*, esta especie tiende a remplazar a *Q. tristis* en este ensamble. Al igual que los otros ensambles, este tiende traslaparse con bosques de Pino-Encino, pero su dominancia disminuye y otras especies de encino suelen ser co-dominantes con especies de pino.

Bosques secos de encino

Quercus peduncularis, Quercus segoviensis, Quercus elliptica, Quercus acutifolia

Esta comunidad es frecuente encontrarla entre a partir de los 600m, es una franja de encinares que suele encontrarse posterior a la distribución de los bosques secos y tiende a traslaparse con estas

comunidades. *Q. peduncularis* es una de las especies de amplia distribución en este tipo de comunidades y tiende a ser la especie dominante en ellas, principalmente en región central del país. Los bosques secos del noroccidente *Q. acutifolia*, *Q. tristis* las especies dominantes, mientras que en el suroriente del país son *Q. acutifolia* y *Q. segoviensis* quienes predominan en este ensamble. *Q. elliptica* posee una distribución en bosques secos del nororiente del país, y suele encontrarse con *Q. acutifolia*, *Q. segoviensis*. Este último ensamble puede encontrarse en robledales puros o en co-dominancia con especies de pino. *Q. polymorpha* tiende a formar robledales puros en distribuciones puntuales en el país, se distribuye en bosques secos con altitudes mayores de 1400, por lo que suele encontrarse en los departamentos del Quiché, Huehuetenango y Alta Verapaz. Por otro lado, *Q. oleoides* es una especie característica de bosques secos de bajas altitudes, suele encontrarse a nivel del mar hasta los 1000 m. Se encuentra distribuido en los departamentos de



Figura 10. **Bosques de encino.** *Bosques templados de encino*, A) Quiché. B) Huehuetenango, Huehuetenango. *Bosques húmedos de encino*, C) Chiantla, Huehuetenango. D) Río Escondido, Purulhá, Baja Verapaz. *Bosques secos de encino*, E) Santa Rosa. F) Monjas, Jalapa.

Petén, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Zacapa e Izabal.

Bosques de Pino-Encino

Los bosques de pino-encino se encuentran distribuidos en regiones templadas del país. Cabe señalar que las especies de pino y encino comparten afinidades ecológicas generales, por lo cual esta asociación es reconocida en muchas regiones del mundo, y también son llamados como bosques mixtos (Redowsky, 2006). Esta asociación vegetal es una de las más vinculadas con las poblaciones humanas, por lo cual la presencia o ausencia de encinares o bosques mixtos está relacionada con la intervención humana. Por tanto, es una de las comunidades más complejas y cuyos patrones de distribución no sólo suelen explicarse por factores físicos o ecológicos, sino también por su historia con comunidades humanas. En Mesoamérica se han registrado un total de 10 especies de *Pinus* y 42 de *Quercus*, cuyas especies varían según las condiciones de suelo, temperatura y humedad de cada uno de los sitios (Kappelle, 2008). En Guatemala, hasta la fecha se han registrado 22 especies vinculadas con este ecosistema, siendo 10 de ellas las co-dominantes con las especies de pino.

Quercus acutifolia es una de las especies cuya distribución principal en el país es como especie co-dominante en los bosques de pino-encino del país, en donde para la para la región occidental y central del país comparte esta co-dominancia país, con *Q. peduncularis*, *Q. segoviensis* y *Q. tristis* y con menos frecuencia *Q. acatenanguensis*, *Q. crassifolia*. Para la región del oriente y norte del país, las especies co-dominantes además de *Q. acutifolia* son: *Q. segoviensis*, *Q. elliptica*, y en mayores altitudes *Q. sapotifolia*, *Q. purulhana* y *Q. callophylla*. En la región de la sierra de los Cuchumatanes y en las regiones altas de la cadena volcánica, arriba de los 1800 suelen encontrarse *Q. pacayana* y *Q. borucasana*, ésta última en sitios con mayor humedad.

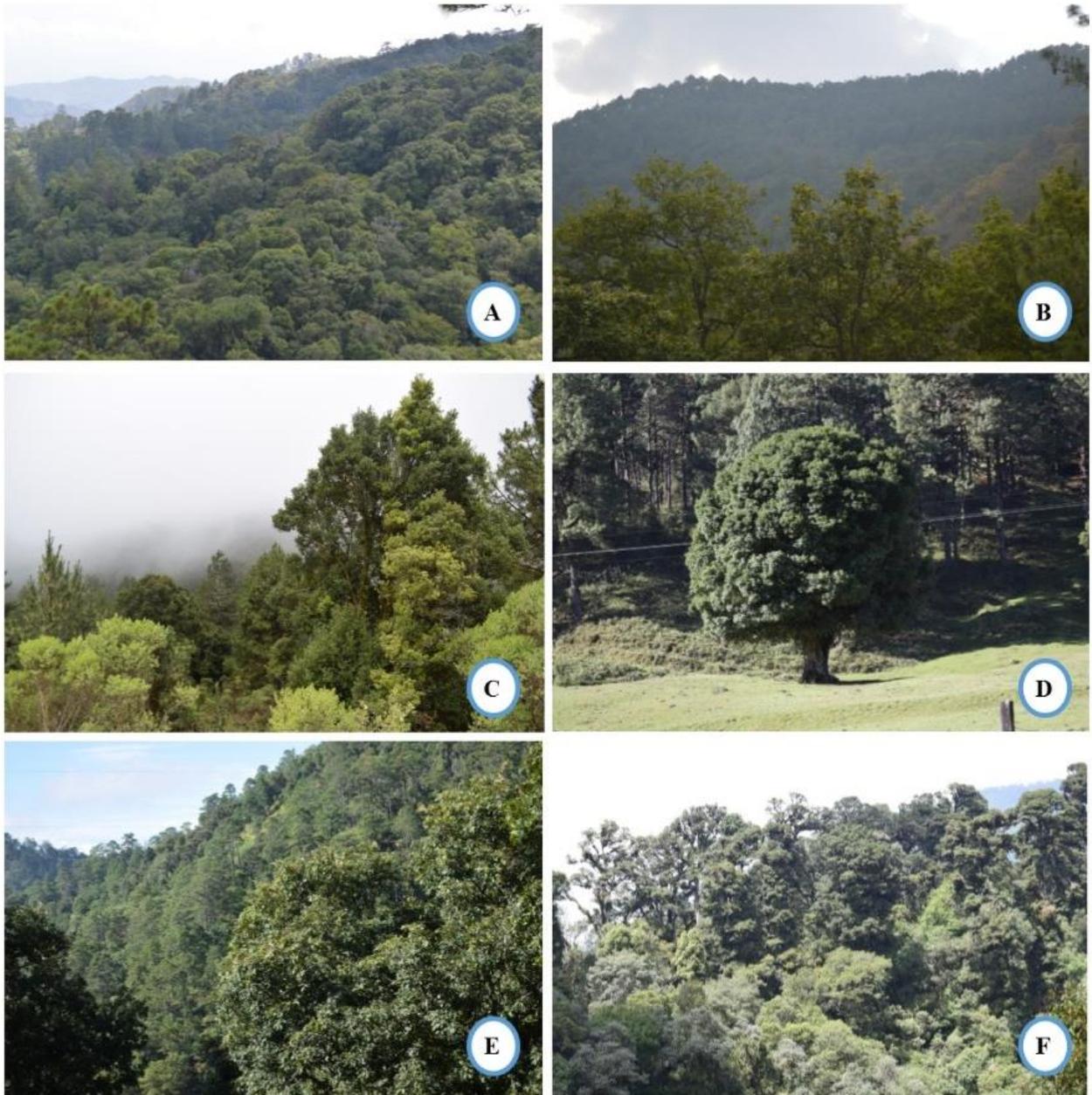


Figura 11. **Pino encino**. A) Las Granadillas, Zacapa. B) San José el Olvido, Zacapa. C) Cuchumatanes, Huehuetenango. D) Santa Eulalia, Huehuetenango. E) Joyabaj, Quiché. F) Nebaj, Quiché.

Bosques Nubosos

Las condiciones ecológicas de los bosques nubosos coinciden con la distribución general de los bosques de encino, entre los 1500-2000. La gran diferencia en la composición vegetal es derivada de la alta humedad que predomina en estos sitios, permitiendo una mayor diversidad de especies.

Este



Figura 12. **Bosques nubosos.** A) Uspantán, Quiché. B) Trifinio, Chiquimula. C) Usumatlán, Sierra de las Minas, Zacapa. D) Purulhá, Baja Verapaz. E) Mataquescuintla, Jalapa. F) La Unión, Zacapa.

ecosistema ha recibido muchos nombres, como Bosque Mesófilo de Montaña en México (Rzedowski, 2006). A pesar que *Quercus* no representa una alta riqueza en estos bosques, si continúan siendo dominantes en la estructura de los mismos, y por ello su relevancia en el manejo

y conservación de éstos bosques. Derivado de los altos gradientes de humedad, en este ecosistema predominan especies de la sección *Lobatae* en relación a especies de la sección *Quercus*. En los bosques nubosos del nor-occidente y central se distribuyen las especies *Q. skinneri*, *Q. xalapensis*, *Q. benthamii*, *Q. gulielmi-treleasei*, *Q. corrugata*, *Q. crispifolia*, *Q. bumelioides* *Q. borucasana*, *Q. corrugata* y *Q. lancifolia*. Mientras que para la región norte y oriente suelen encontrarse además de las anteriores *Q. insignis*, *Q. salicifolia*, y *Q. flagellifera*, estas últimas endémicas regionales.

Selvas.

También conocidas como bosque tropical perennifolio (Rzedowski, 2006), estos ecosistemas pueden encontrarse desde el nivel del mar hasta los 1500 m y con temperaturas promedio superior a los 26°C. Aunque su composición es muy diversa y con abundancia de familias tropicales, importante resaltar la presencia del género *Quercus* en estas comunidades. En Guatemala, este género suele encontrarse en las selvas con altitudes mayores a 600m. En selvas

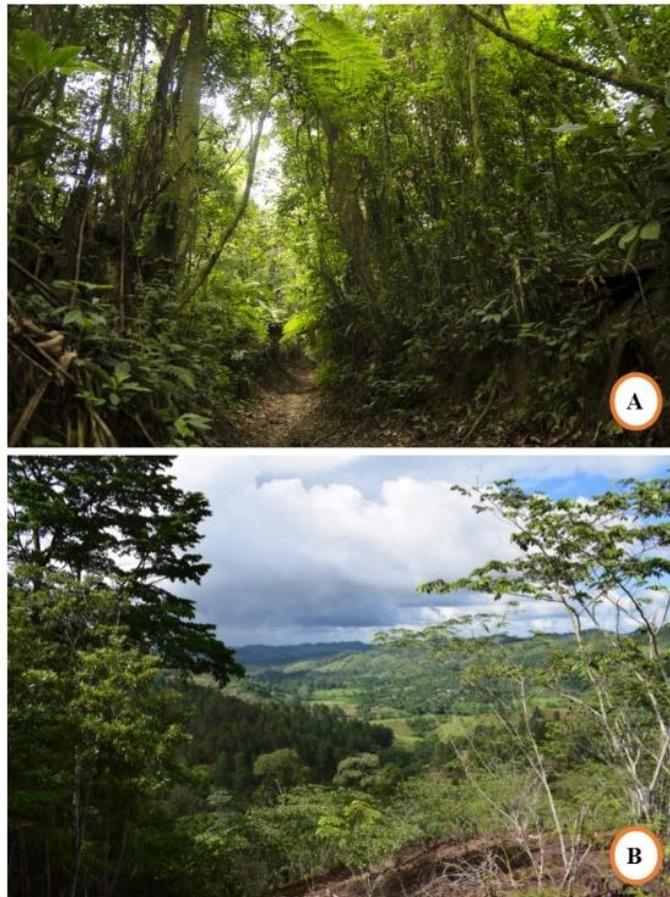


Figura 13. Selvas. A) Negro norte, Izabal. B) Sacul, Dolores, Petén.

del sur de Petén e Izabal suelen encontrarse como parte del estrato arbóreo las especies: *Q. insignis*, *Q. lancifolia*, *Q. cortesii*, *Q. bumelioides*.

Vulnerabilidad de las comunidades de Encino.

La comunidad más vulnerable son las que se encuentran en los ecosistemas de Pino-Encino, principalmente las que se ubican en la región central del país (Guatemala, Sacatepéquez, El Progreso), donde solamente el 28% de los registros se ubican los sitios conservados. En una situación similar se encuentran los Bosques de Encino, en donde solamente el 33% de los registros coinciden con lugares conservados, donde los departamentos con mayor grado de degradación son los departamentos de la región central y occidente del país (Quiché y Huehuetenango). Para las comunidades de Bosque Nuboso, el 65% de los registros se encuentran en lugares conservados, y para Selva los registros de encino, solo se reportan para sitios altamente conservados.

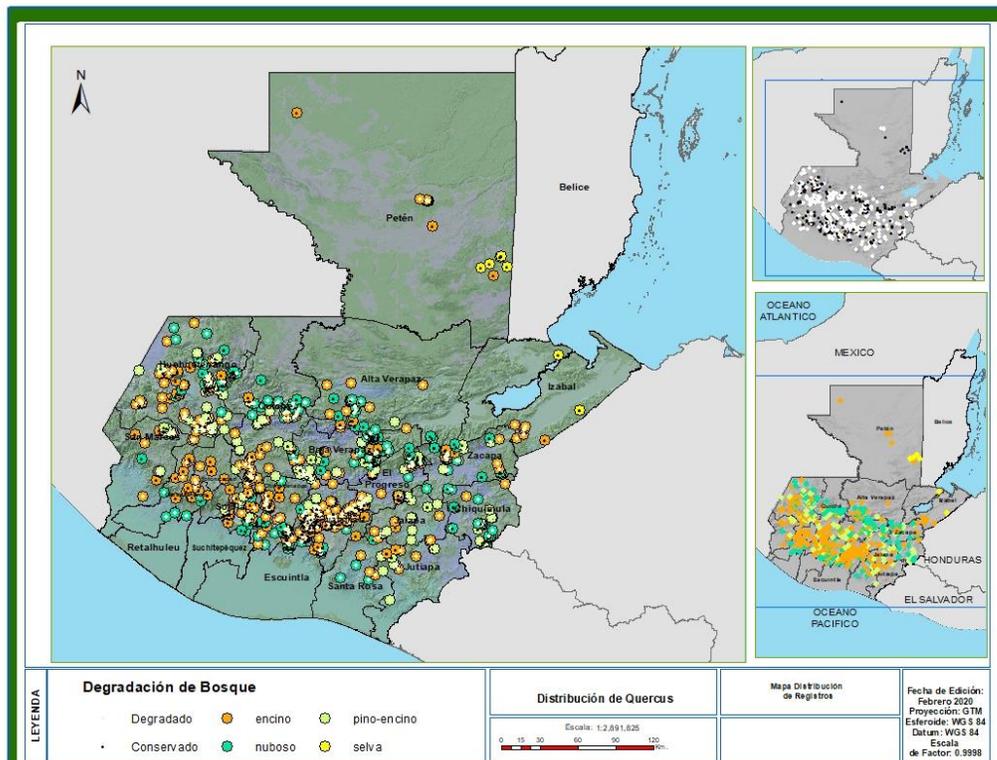


Figura 14. Comunidades de encino más vulnerables y los ecosistemas prioritarios para su conservación en los departamentos estudiados hasta el año 2019.

Importancia de los bosques asociados a encinos en los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso.

Se realizaron dos talleres participativos, uno en el municipio de Sumpango en Sacatepéquez y otro con la Fundación Defensores de la Naturaleza en El Progreso. En los talleres participaron 50 personas, de los cuales 6 son mujeres y 44 son hombres.

Conocimiento acerca de los árboles de encino y su importancia

Se llevó a cabo dos talleres etnobotánico, en los cuales la totalidad de los participantes reconocen los árboles de encino, y principalmente lo hacen por las características de sus hojas (1), corteza (1) y fruto o bellota (1). Reconocen al menos 15 nombres comunes para las especies de encino, siendo los más comunes roble rojo (1) y roble blanco (1); y 5 nombres científicos para las especies de encino (Tabla 4). Además, las principales características que diferencian el cada tipo de encino son el tamaño de las hojas (0.8), Fruto (0.64) y la corteza (0.64) Asimismo, asocian hasta 16 especies arbóreas que comparten hábitat con los encinos (Anexo 2).

Los comunitarios relacionan a los bosques de encino con beneficios como recurso energético (leña y carbón), material de construcción, biomasa, recarga hídrica, micorrizas y hongos comestibles, alimento para animales, medicina, entre otros (Tabla 4). Así mismo, todos reconocen que los bosques de encino están altamente amenazados debido a la extracción de leña (0.48) y la frontera agrícola (0.48), principalmente. Y en la totalidad de los participantes se evidenció que existe un cambio en la época de producción de semillas respecto a otros años.

Tabla 4

Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso, sobre el conocimiento de los encinos.

Pregunta	Opciones	Proporciones
¿Cuántas personas conocen los árboles de encino o roble?	Si	1
	No	0
¿Cómo distingue los encinos de otros árboles?	Hojas	1
	Corteza	1
	Fruto o bellotas	1
	Otros	0.64
	Raíz	0.16

¿Qué tipos de encinos o robles conoce? ¿Cómo les llaman ustedes?	Encino blanco	0.64
	Iximche' tzunuj (<i>Q. acatenangensis</i>)	0.64
	Quercus rugosa	.048
	Encinos rojos	0.48
	Encinos	0.32
	Güit	0.32
	Patán	0.32
	Ko 'blüj che	0.32
	Chicharro	0.16
	Encino hembra	0.16
	Encino negro	0.16
	Roble	0.16
	Encino cola de zorro	0.16
	Encino cerezo	0.16
	R'che	0.16
	Encino macho	0.16
	<i>Quercus crispifolia</i>	0.16
<i>Quercus gulielmi-treleasei</i>	0.16	
<i>Quercus rugosa</i>	0.16	
<i>Quercus tristis</i>	0.16	
¿Cómo se diferencia cada tipo de encino?	Tamaño de las hojas	0.8
	Fruto	0.64
	Corteza	0.64
	Calidad	0.32
	Color de las hojas	0.16
	Taño del árbol	0.16
¿Qué beneficios les brindan los encinos a las personas?	Leña	1
	Carbón	1
	Construcción	0.8
	Biomasa	0.48
	Recarga hídrica	0.32
	Micorrizas	0.32
	Hongos comestibles	0.32
	Alimento para animales	0.32
	Uso medicinal	0.32
	Fabricación de muebles	0.32
	Simbiosis	0.16
	Construcción de suelo	0.16
	Turismo	0.16
	Hábitat	0.16
	Abono	0.16
	Curtir cuero	0.16
	Blanquear y colorear hilo	0.16
	Artesanías	0.16
	Yuntas	0.16
	Camas para camión	0.16
Hoja para tamales	0.16	
Oxígeno	0.16	
¿Usted cree que los bosques de encino están en peligro?	Si	1
	No	0
¿Por qué?	Por uso de leña	0.48
	Frontera agrícola	0.48

	No hay viveros	0.32
	No hay reforestación	0.32
	Malos planes de manejo	0.16
	Para fines de producción, no hay leyes que ayuden	0.16
	Tala ilegal	0.16
	Reemplazo de las especies por otras económicamente rentables	0.16
	Desconocimiento	0.16
	Carbón	0.16
¿Ha visto un cambio en la época en la que producen semillas con respecto a otros años?	Si	1
	No	0

Importancia socio-económica de los encinos

Los participantes reconocen el uso económico principal de los encinos es para leña (1) (Tabla 5). Los árboles para leña se seleccionan principalmente los que son rectos y poco ramificados (0.48), otros reportaron que se utiliza todo el árbol (0.32), por especie (0.32), por edad, madurez del árbol y por la fase lunar en donde se corta (0.16). La comercialización de los productos de leña puede ser por carga (0.8), tarea (0.8), Unidad (0.64), entre otras. Durante todo el año se comercializa la leña (0.48) y la colecta de la leña es una actividad que realiza toda la familia.

Tabla 5

Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso, sobre la comercialización de los productos de leña de encino

Pregunta	Opciones	Proporciones
¿Para qué se utilizan las diferentes variedades de encino?	Leña	1
	Carbón	0.8
	Construcción	0.48
	Otros	0.48
¿Cómo seleccionan los árboles que sirven para leña?	Árboles rectos y poco ramificados	0.48
	Todo el árbol	0.32
	Por especie	0.32
	Por edad	0.16
	Madurez	0.16
	Fase lunar	0.16
¿Cómo venden el producto de leña?	Carga	0.8
	Tarea	0.8
	Unidad	0.64
	Media carga	0.16
	Metro cúbico	0.16
	Tercio	0.16

¿En qué época del año se vende la leña?	Todo el año	0.48
	Verano	0.48
	Invierno	0.16
¿Dónde venden la leña?	Mercado	0.48
	Camino, ventas ambulantes	0.32
	Tiendas	0.32
	Depósitos de leña	0.32
	Secadoras de leña	0.16
	Tortillerías	0.16
	Aldeas, comunidades	0.16
¿Quiénes colectan la leña? (hombres o mujeres)	Toda la familia	0.32
	Mujeres	0
	Hombres	0

En cuanto al segundo uso económico principal de los encinos es el carbón (0.8) (Tabla 6). Los árboles para carbón se seleccionan principalmente los árboles rectos y sin nudos (0.48), otros reportaron que se utiliza todo el árbol por igual (0.48) y por tamaño (0.16). La comercialización de los productos puede ser por saco o costal (0.8), bolsas (0.8), redes (0.16), entre otras. Se registró que durante todo el año se comercializa el carbón (0.48) y los puntos de venta se localizan en mercados, tiendas y súper mercados (0.16). Y la elaboración de producto lo realizan los hombres (Tabla 6).

Tabla 6

Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso, sobre la comercialización de los productos de carbón de encino.

Pregunta	Opciones	Proporciones
¿Cómo se seleccionan los árboles que sirven para carbón?	Tronco recto sin nudos	0.48
	Todos los árboles por igual	0.48
	Por tamaño	0.16
¿Cómo venden los productos de carbón?	Saco o costal	0.8
	Bolsas	0.8
	Redes	0.16
	Pie tablar	0.16
¿En qué época del año se vende la leña?	Todo el año	0.48
	Verano	0
	Invierno	0
¿Dónde venden el carbón?	Mercado	0.16
	Tiendas	0.16
	Súper mercados	0.16
¿Quiénes producen el carbón? (hombres o mujeres)	Hombres	0.32
	Mujeres	0

La comercialización de la leña se da principalmente por tarea (0.0.64) que llega a un costo desde Q.200.00 a Q.400.00 (Tabla 7), por carga (0.64) donde el precio se encuentra desde Q.25.00 a Q.70.00, o de manera individual por leño (0.48) y en este último se encuentra desde Q.1.5 a Q.5.00. En el caso de Carbón, ninguno de los comunitarios conocía carboneras en sus departamentos, sin embargo, se reporta que el rango de precio de la libra de carbón desde Q.5.00 a Q.10.00; y el costal (o quintal) de carbón se encuentra entre Q.95.00 a Q.100.00 (Tabla 7).

Tabla 7

Consulta y respuestas obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso, sobre la comercialización de los productos de encino.

Producto	Opciones	Rango (Q.)	Proporciones
Leña	Tarea	200.00 – 400.00	0.64
	Carga	25.00 – 70.00	0.64
	Leño (unidad)	1.5 – 5.00	0.48
	Metro	100.00 – 150.00	0.16
Carbón	Bolsa (3 Libras)	5.00 – 10.00	0.64
	Costal	95.00 – 100.00	0.48

Análisis y discusión de resultados:

*Riqueza y distribución de encinos (*Quercus ssp.*) para los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.*

De los 453 registros de encinos para los departamentos El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla., el 68% fue colectado durante el 2019, lo que evidencia la falta de estudio de este importante género en esos cuatro departamentos. La última revisión que se llevó a cabo sobre este género en los departamentos de El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla se llevó a cabo en 2017 (Quezada, et al. 2017) donde se registran 2 especies en Escuintla, 7 en El Progreso, 13 en Sacatepéquez y 16 en Guatemala.

El mayor número de registros se localizó en el departamento de Sacatepéquez (170), Guatemala (169), El Progreso (105) y en menor cantidad en el departamento de Escuintla (10). Previo a este

estudio se contaba en las bases de datos con 2 registros de *Quercus* en el departamento de Escuintla, 7 en El Progreso, 30 en Sacatepéquez y 34 en Guatemala.

Luego de esta investigación hay un incremento en el número de especies registradas para los cuatro departamentos. Esto evidencia que existe una subestimación de la diversidad y distribución de las especies de encino debido a los pocos estudios que existen sobre este grupo, lo que puede deberse a su taxonomía complicada y el desconocimiento de aspectos particulares de su distribución.

Para estos departamentos en 1952, Standley y Steyermark citaron 13 especies de encinos, mientras que el presente estudio cita 20 para los cuatro departamentos, evidenciando los vacíos de información, principalmente Escuintla, que era uno de los menos explorados y con menos registros antes de la ejecución de este proyecto y con menos especies registradas, lo que podría estar relacionado con la pérdida de la cobertura forestal la cual fue transformada para desarrollar actividades agrícolas, como la siembra de caña de azúcar, y de ganadería de forma intensiva, debido a sus magníficos suelos.

Dentro de las especies reportadas por el proyecto y tomando en cuenta la actualización que hizo Quezada y colaboradores (2017a) las especies que ampliaron su distribución departamental, que se registraban en al menos uno de los cuatro departamentos estudiados son las siguientes: *Q. bumelioides*, *Q. corrugata*, *Q. lancifolia*, *Q. purulhana*, *Q. segoviensis*, *Q. benthamii*, *Q. elliptica*, *Q. gulielmi-treleasei*, *Q. tristis* y *Q. xalapensis*. *Q. vicentensis* y *Q. crispifolia* no se registraba para ninguno de los cuatro departamentos estudiados (Tabla 1).

Diversidad de vegetación arbórea asociada a las especies de encino

Los bosques de la región metropolitana se pueden dividir en dos grandes grupos, los bosques secos de encino y bosques templados de encino y pino-encino. Por lo tanto, la estructura de estos bosques se ve conformada por especies características de cada uno y se ve una dominancia de especies de encino en la composición de estos bosques.

Los bosques secos de encino están conformados por especies de las familias Leguminosae, Euphorbiaceae, Cucurbitaceae, Olacaceae, y Malvaceae. Mientras que los bosques ubicados en la región metropolitana y que se encuentra principalmente en el departamento de Sacatepéquez y Guatemala están conformados por especies de las familias Rubiaceae, Solanaceae, Phytolacaceae,

Betulaceae, Cletreaceae y Lauraceae. Mientras que el área central (Escuintla, Guatemala) predominan los bosques de encino dominados por *Q. peduncularis*, *Q. tristis*, y vegetación característica de sucesión secundaria como especies de la familia Asteraceae, Lamiaceae, Onagraceae, Araliaceae, Malvaceae, derivada de la alta degradación de hábitat de la zona central. Las familias acompañantes de *Quercus* en la región metropolitana coincide con los datos reportados para estos mismos ecosistemas en años anteriores (Quezada et al., 2016b, 2017b, 2018). Sin embargo, se recomienda hacer las comparaciones a nivel de especie en un futuro cercano, dado que al igual que los encinos presentan un recambio a nivel latitudinal y altitudinal, las especies de las familias acompañantes pueden registrar el mismo comportamiento.

Comunidades de encino más vulnerables y los ecosistemas prioritarios para su conservación en los departamentos estudiados hasta el año 2019.

En Guatemala no existe un único sistema de clasificación de ecosistemas o comunidades vegetales, los más utilizados es el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (de la Cruz, 1982; Pérez-Irungaray, et al., 2016) y el de biomas propuesto por Villar (Castañeda 2008). Sin embargo, han existido otras formas de clasificación tomando condiciones climáticas, fisiográficas (Castañeda, 2008) y aquellas que toman en cuenta los ensambles de la vegetación (Méndez, 1999; Méndez & Véliz, 2009). Durante la actualización de las especies de encino para Guatemala, que a la fecha se estudiado 15 de los 22 departamentos, se registra que la distribución de las especies de encino está condicionadas al hábitat y a historias biogeográficas. Para la agrupación de éstas comunidades se utilizó base los estudios de Rzedowsky (2006), para realizar la vegetación de México, bajo el argumento, que menciona que Guatemala forma parte de la zona fitogeográfica “Megaméxico2” (Rzedowski, 1991), y que se extiende hasta el norte de Nicaragua. Asimismo, descripción de las comunidades en este estudio permite comprender de mejor manera el Bosque de Montaña (Villar, 1983), Encinares o Pinares (Méndez & Véliz, 2009), Ecorregión Pino-Encino (Martínez et al. 2010). Aunque estos autores coinciden en gran medida en la distribución de la mayoría de especies de *Quercus*, no se consideran las sábanas, selva y fracciones de bosque seco donde también se distribuyen. Asimismo, estas categorías amplias no permiten comprender que las especies de encino poseen un amplio recambio de especies derivado de las condiciones edáficas y climáticas. Tal es el caso de especies como especies como *Q. rugosa* que ésta ampliamente distribuida en México tienen límite de distribución la región central, por lo cual no se encuentra la

región norte y oriente del país. Existen otras especies con distribuciones más puntuales como *Q. elliptica*, la cual es característica de los Bosque de Encino y Pino-Encino del Oriente del país, ésta es una especie poco abundante y endémica de Mesoamérica, por lo cual requiere atención especial. Asimismo, especies como *Q. polymorpha*, la cual suele distribuirse en lugares secos y de mayor altitud (Quiché, Huehuetenango, Alta Verapaz), *Q. oleoides* característicos de sabanas y distribuciones en zonas calidas, secas y con baja altitud. Asimismo, cabe resaltar la importancia de la Sierra de las Minas, Sierra del Merendón en donde se encuentran especies endémicas con distribución restringida a bosques nubosos, tales como. *Q. flagellifera*, *Q. insignis*, *Q. cortesii*.

De los ecosistemas más vulnerables se encuentran los Bosques de Pino-Encino y Encino, derivado que son los presentan mayores registros de encinos en sitios altamente degradados (60-75%). Esto obedece que éstas comunidades de encinos están asociadas poblaciones humanas, las cuales dependen de éste recurso para satisfacer necesidades energéticas (Melgar, 2003). Asimismo, estas comunidades por ende sufren de un alto impacto antrópico, dado que muchas de las condiciones climáticas de este hábitat son favorables para el desarrollo de agricultura y el asentamiento de poblados (Rzedowsky, 2006), y es por ello que en Guatemala la ecorregión del Pino-Encino, predominan los usos antrópicos con más 60% de cobertura (Martínez, et al. 2010). Por lo cual, aunque existen iniciativas para la recuperación de este ecosistema (Alianza para la Conservación de Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2008), aun no logra concretarse. Por lo cual la información generada en el presente estudio permite comprender la dinámica de las comunidades de encino o robles a lo largo de la distribución del ecosistema, y cómo se da el reemplazo de especies de manera latitudinal y altitudinal.

Para el caso de las especies que se distribuyen en Selvas y Bosques nubosos, éstas tienden a una amenaza mayor, derivado de los efectos en el clima, éstas comunidades podrían desplazarse en el tiempo (Martínez, et al., en prensa). Además, que son éstos los ecosistemas más afectados por el cambio de uso de suelo en las últimas décadas (Quezada et al. 2014; Sánchez-Ramos & Dirzo, 2014). Por lo que, aunque los registros encontrados de *Quercus* para esto ecosistemas corresponden a sitios conservados, obedece a que estas especies son más susceptibles, por lo cual no sobreviven en sitios degradados, además que la dominancia y frecuencia en estos ecosistemas es mucho menor a las otras dos comunidades citas anteriormente.

En el contexto anterior, puede concluirse que cada una de las comunidades de encino tiene condiciones de vulnerabilidad diferentes. Por tanto, las respuestas para su manejo y conservación

deben estar de acorde al contexto de cada una de ellas, incorporando los elementos culturales de cada una de las regiones donde se distribuyen, así como se recomienda conocer el estado poblacional para cada una de las especies en Guatemala.

Importancia Socio-ambiental de los Bosques de Encino

Las interacciones bióticas y abióticas que ocurren entre los diferentes componentes del ecosistema y los cuales son necesarios para nuestra supervivencia, llevan un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos importantes (Dobbs, Escobedo & Zipperer, 2011). Al conservar los ecosistemas de encino, no solo se conserva esta especie, sino se conservan todos esos procesos que como resultado brindan importantes servicios a la población. Los servicios ecosistémicos han sido definidos como aquellos beneficios que los individuos obtienen directa o indirectamente de los ecosistemas (Bonilla, 2014). Los encinos constituyen un elemento invaluable en asociaciones vegetales, las cuales suministran una gran variedad de servicios a las comunidades (Rodas-Duarte, Quezada, Valencia-A, Marroquín-Tinti, Hernández, & Martínez, 2018). En la realización de los talleres etnobotánicos en los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso, se registró que los 50 participantes conocen a las especies de encino y reconocen además muchos de los servicios ecosistémicos que brindan estos bosques. Reconocieron 15 diferentes nombres comunes de especies de encinos, y cinco separados con nombre científico (Tabla 4).

Los participantes reconocen a las especies de encino de otros árboles por el tamaño de las hojas, fruto o bellota y la corteza (Tabla 4), lo cual coincide con la información citada por Quezada y colaboradores (2018b), para otros departamentos de Guatemala. El conocimiento de los árboles de encino está asociada a su valor energético, dado que el 100% de los participantes evidenciaron que estos árboles son fuente primaria de leña, lo que coincide con lo registrado con otros estudios a nivel nacional, donde el principal uso que se le da a las especies de encino es para leña y carbón (Martínez et al., 2010; Melgar, 2003; Quezada et al., 2015, 2016b, 2018) y esto es una de las principales presiones que de los bosques de encino (Cóbar, Dávila, Véliz & Maza, 2010). Este uso no se ha sistematizado los datos y que respalden el uso y las especies más utilizadas para ello y la vulnerabilidad de las especies. Además del uso de recurso energético, también se reportó como material de construcción, lo cual coincide con el uso reportado para este género por Standley y Steyermark (1952). Estos dos usos principales, confirman que este género provee de estos servicios ecosistémicos a la población guatemalteca. Todos los participantes reconocen que los bosques

están amenazados, principalmente por la extracción de leña, frontera agrícola, falta de viveros y reforestación, malos planes de manejo, entre otros, lo cual evidencia esta tendencia por otros autores (Cóbar, et al., 2010, Geis & Lambin, 2002; Mayaux et al., 2005). Este tipo de problemas evidencia y resalta la importancia de los estudios etnobiológicos que permitan la incorporación de estos grupos en el manejo del patrimonio natural (Kappelle & Juárez, 2006).

Así mismo, reconocen que los bosques de encino además de ser la principal fuente energética, también proveen otros servicios ecosistémicos como material de construcción, biomasa, recarga hídrica, micorrizas, hongos comestibles, alimento para animales (Anexo 2), uso medicinal, entre otras (Tabla 4), así como su asociación con otras especies de árboles (Anexo 3). Barrantes-Moreno (2006), reporta para los bosques montanos de Costa Rica, al agua como uno de los elementos vitales y asociados a los bosques nubosos, donde se encuentran los encinos. También se reportó que existe un cambio en la época de producción de semillas, esto principalmente por la disminución de árboles de las comunidades, por la cantidad de incendios, sequillas, el cambio en el clima y las plagas.

Además, se menciona que la leña y carbón de encino posee un mayor valor comercial que otras especies (Tabla 5-7). La selección de encinos para leña puede ser por árboles rectos y poco ramificados (0.48) o muchos hicieron referencia a que todo el árbol se puede utilizar para este fin (0.32), sin embargo, otros comunitarios mencionaron la selección por medio de especie de encino (0.32), por edad, madurez del árbol (0.16) o hasta por la fase lunar de corte (0.16). Siendo este un factor de selección muy propio de cada comunidad y así mismo las necesidades de cada una. La comercialización de la leña se da durante todo el año (0.48), sin embargo, se reporta principalmente se comercializa durante el verano (0.48) debido a que se busca almacenar este recurso energético para que durante la época del invierno, esta sea utilizada. Los lugares donde se puede adquirir estos productos son los mercados (0.48), en los caminos como ventas ambulantes (0.32), depósitos de leña, entre otras. Los productos de leña y sus precios se reportaron de la siguiente manera: a) carga (0.8), conformada por 80 leños de Q.200.00 a Q.400.00 (0.64); b) tarea (0.8) posee cuatro cargas, de Q.25.00 a Q.70.00 (0.64); y c) por unidad (0.64), de Q.1.5 a Q. Q5.00; al igual que lo reportado por Samayoa-Fernández (2018). El costo esfuerzo-beneficio, evidencia que el valor económico del árbol por sí mismo es nulo, debido a que el valor comercial representa únicamente el costo diario del trabajo de las personas que viven del aprovechamiento de este recurso. Y al igual que se reporta en Quezada, et al, (2015, 2016b, 2018, 2018b), que existe un informe de leña para Guatemala no

se ha logrado crear una normativa o mecanismo para el manejo sostenible de este recurso para estos departamentos.

La utilización del carbón en estos departamentos es la segunda fuente energética más importante. El carbón es comúnmente elaborado con leña de encino debido a que ésta tiene características que hacen que el carbón sea de mejor calidad (García-Molina, 2008). La selección de los árboles para la producción de carbón se reportó principalmente con árboles rectos y sin nudos (0.48), o todo el árbol en general (0.48) (Tabla 4), esto a diferencia de lo reportado por García-Molina (2008), donde la utilización de ramas y puntas de los árboles que han sido derribados para aprovechamiento de madera. Este producto se comercializa durante todo el año (0.48) y se vende en Mercados, tiendas y supermercados (0.16). Se reportó que los principales productores de este recurso son los hombres (0.32), esto puede ser debido a la cantidad de esfuerzo y tiempo invertido en la producción del mismo. Los productos de comercialización del carbón, son principalmente en a) saco o costal (0.8) a un precio que oscila de Q.95.00 a Q. 100.00; b) bolsas de 3 a 5 libras (0.8) con precio de Q.5.00 a Q.10.00 (0.64). Aunque principalmente la producción de estos productos se realiza para comercializarlo en ciudades o poblaciones rurales donde se emplea como fuente de calor para la preparación de alimentos (García-Molina, 2008)

Conclusiones

- Se obtuvieron 376 registros provenientes únicamente de colectas realizadas durante el desarrollo del proyecto, además se obtuvieron 164 registros de las bases de datos de los herbarios nacionales e internacionales. Los 540 registros totales corresponden a 8 especies de la sección *Quercus* (encinos blancos) y 15 de la sección *Lobatae* (encinos rojos). Se citan 12 especies más de las registradas para estos departamentos en la *Flora of Guatemala* según Standley & Steyermark (1952).
- Los participantes de los talleres reconocen en su totalidad los árboles de encino, y lo hacen principalmente por sus hojas (1) y corteza (1). Asimismo, documentan al menos 14 nombres comunes para las especies de encino, siendo el más utilizado roble blanco (saj) y rojo (Ka'j) (1).
- Los comunitarios relacionan a los bosques de encino, como la principal fuente energética (leña, 1), además reconocen otros usos como postes o cercos (0.6), como en la producción de agua (1), ente otros servicios como hábitat, evita erosión del suelo, entre otras. Asimismo, todos los

participantes reconocieron los bosques de encino están altamente amenazados dada extracción de leña, incendios y tala.

- La mayoría de los participantes reconocen el uso de estas especies para leña (1) y elaboración de postes para cercos (0.6), principalmente para autoconsumo. Estos resultados denotan la dependencia de los pobladores de estos lugares a las especies de encino como principal fuente energética.
- Los encinos forman parte principal del recurso energético de las comunidades rurales en los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso. Aunque la producción del carbón no se logró reportar en estos departamentos.
- Los comunitarios reconocen 15 nombres comunes y cinco nombres científicos diferentes para los encinos.
- Los encinos mantienen asociación con al menos 16 diferentes especies de árboles y con 13 animales, estos últimos asociados a ellos como fuente de alimento o refugio.
- Los precios registrados de la leña y carbón para estos departamentos, evidencia que el valor económico del árbol por sí mismo es nulo, debido a que el valor comercial representa únicamente el costo diario del trabajo de las personas que viven del aprovechamiento de este recurso.

Impacto esperado

Este proyecto generó información de la distribución actual de las especies de encinos en Guatemala, ya que no existen trabajos publicados sobre la distribución de encinos en estos departamentos desde 1952. También se estableció la importancia económica y cultural de estas especies y los impactos derivados de la disminución de estos recursos y qué problemas económicos generaría a las poblaciones que se benefician de los encinos. En el aspecto biológico se fortalece la información sobre los encinos con la generación de datos de riqueza, composición, diversidad y datos etnobotánicos. Se colectó 497 muestras de especímenes botánicos los cuales formarán parte de la colección de referencia del Herbario USCG, y que podrán ser consultados por investigadores nacionales y extranjeros. Se colectó además semillas para la conservación ex situ y para que formen parte de la colección de referencia de semillas del Index Seminum del Jardín Botánico. Dicha información podrá ser incorporada a los planes de manejo y restauración ecológica, fortaleciendo

la información científica para la toma de decisiones. Los cursos dirigidos a técnicos, docente y estudiantes son una herramienta para que los asistentes donde se capacitaron en la identificación de las especies de encino de la región central del país, que sean capaces de reconocer las diferentes especies del género *Quercus* sp. que se distribuyen en su región, lo que será útil para la elaboración de planes de manejo con un enfoque más preciso sobre las especies que están en peligro. Guatemala es signataria del Convenio de Diversidad Biológica (CBD), por lo tanto, debe de generar acciones que permitan la conservación de las especies. Con este proyecto el país estaría implementando el convenio CBD y realizando acciones concretas que crearían un gran impacto al generar el conocimiento científico que sirva como una valiosa herramienta para las instituciones gubernamentales encargadas de regular el aprovechamiento de los recursos naturales y elaborar planes de conservación de las mismas.

Referencias

- Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica. (2008). Plan de Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Centroamérica y el Ave Migratoria *Dendroica chrysoparia*. Guatemala: Fundación Defensores de la Naturaleza y The Nature Conservancy.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2), 136-147.
- Campbell, P., Comiskey, J., Alonso, A., Dallmeier, F., Nuñez, P., Beltran, H., ... Udvardy, S. (2002). Modified Whittaker Plots as an Assessment and Monitoring Tool for Vegetation in a Lowland Tropical Rainforest. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76, 19-41. doi:10.1023/A:1015264720284
- Castañeda, C. (2008). Diversidad de Ecosistemas de Guatemala. En Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), *Guatemala y su Biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico* (pp. 181-229). Guatemala: OTECBIO, CONAP.
- Cóbar Carranza, A. J., Dávila Pérez, V., Véliz Pérez, M. E., & Maza Vivar, A. (2010). Caracterización de la distribución y uso de hábitat del chipe cachete dorado (*Dendroica chrysoparia*) para su conservación en la región noroccidental, central y oriental de los bosques de pino-encino de Guatemala (FODECYT No. 44-2008). Guatemala: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2009). *Lista de especies amenazadas*. Guatemala: Autor.

- Chacón, P., Lagos-Witte, S., Mora, A., & Moraes, M. (2011). *Manual para la implementación de la “Estrategia Global para la Conservación de las Especies Vegetales” (EGCEV) en América Latina: El aporte de la Red Latinoamericana de Botánica al objetivo 1, meta 2*. Santiago: Red Latinoamericana de Botánica.
- Chao, A., & Lee, S. M. (1992). Estimating the Number of Classes via Sample Coverage. *Journal of the American Statistical Association*, 87, 210-217.
- Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93, 2533-2547. doi: 10.1890/11-1952.1
- Claro-Valdés, A. R., & Castañeda-Abad, W. (2015). Propuesta metodológica para la reforestación de áreas montañosas de Cuba. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, 16(1), 63-74.
- Daget, P., & Godron, M. (1982). *Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés*. Paris: Masson et Cia.
- De la Cruz, R. (1976). Clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. *Instituto Nacional Forestal. Guatemala*.
- García-Molina, J. G. (2008). Carbón de encino: fuente de calor y energía. CONABIO. *Biodiversitas*, 77, 7-9.
- Hoffman, B., & Gallaher, T. (2007). Importance Indices in Ethnobotany. *Ethnobotany Research & Applications*, 5, 201-218.
- Instituto Nacional de Bosques. (2012). Mapa de cobertura forestal. Guatemala: Autor.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*: 113(2), 363-375.
- Jost, L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology* 88(10), 2427-2439. doi: 10.1890/06-1736.1
- Jost, L. (2010). Independent of alpha and beta diversities. *Ecology*, 91(7), 1969-1974. doi: 10.1890/09-0368.1
- Kappelle, M. (2006). Structure and composition of Costa Rican montana oak forests. En M. Kappelle (Ed.), *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 127-139). Berlin: Springer.
- Lajones, B. D. A., & Lema, T. A. (1999). Propuesta y evaluación de un índice de valor de importancia etnobotánica por medio de análisis de correspondencia en las comunidades de Arenales y San Salvador, Ecuador. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente*, 14(1), 59-80
- Martínez, D., Solano, A., & Corral, L. (2010). *Diagnóstico Ecológico y Socioeconómico de la Ecorregión Bosques Pino-Encino de Centroamérica*. Guatemala: Centro de Estudios Ambientales y Biodiversidad. Universidad del Valle de Guatemala.

- McCune, B., & Grace, J. (2003). Analysis of Ecological Communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 289, 303-305. doi: 10.1016/S0022-0981(03)00091-1
- Méndez, C. (1999). Comunidad y Diversidad. *Serie de Co-ediciones Técnicas Documento*, (12).
- Montes, C., & Sala, O. (2007). La evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Ecosistemas*, 16 (3), 137-147.
- Muller, C. H. (1942). The Central American Species of Quercus United Department of Agriculture. Washington: United States Department of Agriculture.
- Nixon, K. C. (2006). Global and neotropical distribution and diversity of oak (genus Quercus) and oak forests. En M. Kappelle (Ed.), *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 3-13). Berlin: Springer.
- Pérez-Irugaray, G. E., Gándara-Cabrera, G. A., Rosito-Monzón, J. C., Maas-Ibarra, R. E., & Galvéz-Ruano, J. J. (2016). Ecosistemas de Guatemala, una aproximación basada en el sistema de clasificación de Holdridge. *Revista Eutopía*, (1), 25-68.
- Quezada, M. L., Arroyo-Rodríguez, V., Pérez-Silva, E., & Aide, T. M. (2014). Land cover changes in the Lachuá region, Guatemala: patterns, proximate causes, and underlying driving forces over the last 50 years. *Regional environmental change*, 14(3), 1139-1149.
- Quezada, M. L., Rodas-Duarte, R., & Marroquín-Tintí, A. A. (2016a). Contribución al conocimiento de los encinos (*Quercus*: Fagaceae) en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén, Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 3(2), 115-126.
- Quezada, M. L., Rodas-Duarte, R., & Marroquín-Tintí, A. A. (2016b). *Diversidad de Encinos de Guatemala; una alternativa para bosques energéticos, seguridad alimentaria y mitigación al cambio climático. Fase I. Las Verapaces y Petén* (Inf-2015-18). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación y Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Quezada, M. L., Rodas-Duarte, R., Valencia-A, S., Chew, D. y Marroquín-Tintí, A. (2017a). Riqueza, distribución y estado de conservación de las especies de encino en Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 4(2), 141-158.
- Quezada, M. L., Rodas-Duarte, L. del R., & Marroquín-Tintí, A. A. (2017b). *Diversidad de Encinos de Guatemala; una alternativa para bosques energéticos, seguridad alimentaria y mitigación al cambio climático. Fase II. Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa* (Inf-2016-37). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala y Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Quezada, M. L., Rodas-Duarte, L. del R., Hernández-Ruano, B., & Marroquín-Tintí, A. (2018). Encinos de Guatemala, estado de conservación y evaluación de servicios ecosistémicos. Fase III: Izabal, Zacapa

- y Chiquimula. (Inf-2017-16). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala y Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Quezada, M. L., Rodas-Duarte, R., Hernández-Ruano, B. A., & Marroquín-Tinti, A. (2018b). *Encinos de Guatemala, estado de conservación y evaluación de servicios ecosistémicos. Fase IV: Huehuetenango y Quiché* (Inf-2018-21). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala y Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- R Development Core Team. (2011). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* Vienna: The R Foundation for Statistical Computing.
- Reyes-García, V., Huanca, T., Valdez, V., Leonard, W., & Wilkie, D. (2006). Cultural, practical, and economic value of wild plants: A quantitative study in the Bolivian Amazon. *Economic Botany*, 60(1), 62-74. Doi: 10.1663/0013-0001(2016)60[62:CPAEVO]2.0.CO;2
- Rodas-Duarte, L., Quezada, M. L., Valencia-A, S., Marroquín-Tintí, A., & Martínez, J. R. (2018). *Encinos de Guatemala. (Volumen I, Nororiente)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rodríguez, D. M. (2005). *Estudio de las transformaciones y de la percepción local de cambio del paisaje, como aporte a la gestión ambiental del territorio en la cuenca alta del río Consota (Pereira-Colombia)* (Tesis de licenciatura). Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, Colombia.
- Rodríguez-Correa, H., Oyama, K., MacGregor-Fors, I., & González-Rodríguez, A. (2015). How are oaks distributed in the neotropics? A perspective from species turnover, areas of endemism, and climatic niches. *International Journal of Plant Sciences*, 176(3), 222–231.
- Ruiz Pérez, M., García Fernández, C., & Sayer, J. A. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. *Ecosistemas*, 16(3), 81-90.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*, México, 504 pp.
- Samayoa-Fernández, J. C. A. (2018). *Estudio del consumo de leña a nivel de hogar en las comunidades de El Ciprés, caseríos El Limón y El Edén del municipio de San Raymundo, Guatemala, C.A.* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Sánchez-Ramos, G., & Dirzo, R. (2014). El bosque mesófilo de montaña: un ecosistema prioritario amenazado. *Gual-Díaz, M. y A. Rendón-Correa (comps.). Bosques Mesófilos de Montaña de México: Diversidad, Ecología y Manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, DF, México*, 109-139.
- Standley, P. C., & Steyermark, J. A. (1952). Flora of Guatemala Part III. *Fieldiana Botany*, 24, 1 - 432.

- Valencia-A, S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 33-53.
- Zak, J. C., & Willig, M. R. (2004). Fungal biodiversity patterns. En G. M., Muller, G. F. Bills, & M. S. Foster. (Eds.), *Biodiversity of Fungi, Inventory and Monitoring Methods* (pp. 59-75). Boston: Elsevier Academic Press. doi: 10.1016/B978-012509551-8/50008-8.

Apéndice

Anexo 1. Listado de localidades de colecta puntos y parcelas de vegetación.

Código	Localidad	Municipio	Departamento	Y (longitud)	X (latitud)	Altitud
P123	Parque Ecológico Florencia	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.67534	14.56782	1995
P124	Parque Ecológico Senderos de Alux	San Lucas Sacatepéquez	Sacatepéquez	-90.63631	14.61054	2133
P125	Astillero, Nacimiento Viejo	Sumpango	Sacatepéquez	-90.71512	14.63675	2022
P126	El Chato, Km. 17.5 zona 25 carretera al Atlántico	Guatemala	Guatemala	-90.39469	14.69948	1200
P127	Colonia La Joya	Palencia	Guatemala	-90.3718	14.68383	1287
P128	Cerro hoja de queso	Amatitlán	Guatemala	-90.58616	14.42198	2021
P129	Finca la Reina, Comunidad la Reina, El Rodeo	Escuintla	Escuintla	-90.84353	14.43802	1362
P130	Aldea Santo Domingo los Ocotes	San Antonio La Paz	El Progreso	-90.30177	14.78567	981
P131	Los Planes	San Antonio La Paz	El Progreso	-90.28094	14.75325	1732
P132	Los Encinos, Agua Caliente	San Antonio La Paz	El Progreso	-90.32316	14.74081	979
P133	Finca los Encuentros, Agropecuaria el Encinal	Sansare	El Progreso	-89.95074	15.00108	748
P134		Sansare	El Progreso	-90.01049	14.78906	1675
P135	Finca las Vegas	Chuarancho	Guatemala	-90.52802	14.75654	1411
P136	Finca los Conejos, Km 25, Aldea El Aguacate	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	-90.62473	14.69556	2068
A1	Finca Candelaria	San Juan Alotenango	Sacatepéquez	-90.99402	14.75971	1430
A2	Faldas del Volcán de Fuego	San Juan Alotenango	Sacatepéquez	-90.83253	14.44909	1365

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Informe final

A3	Faldas del Volcán de Fuego	San Juan Alotenango	Sacatepéquez	-90.8475	14.45473	1663
A4	Faldas del Volcán de Fuego	San Juan Alotenango	Sacatepéquez	-90.8379	14.44651	1433
A5	Faldas del Volcán de Fuego	San Juan Alotenango	Sacatepéquez	-90.8362	14.44539	1400
A6	Volcán de Fuego, San José	San Juan Alotenango	Sacatepéquez			
A7	Finca San Sebastián	San Miguel Dueñas	Sacatepéquez	-90.86597	14.52429	2901
A8	Cumbre Volcán de Acatenango	San Miguel Dueñas	Sacatepéquez	-90.86946	14.51114	3379
A9	Volcán de Acatenango	San Miguel Dueñas	Sacatepéquez	-90.87024	14.522	3054
A10	Volcán de Acatenango	San Miguel Dueñas	Sacatepéquez	-90.86938	14.5226	3044
A11	Volcán de Acatenango	San Miguel Dueñas	Sacatepéquez	-90.86597	14.52429	2901
A12	Volcán de Acatenango	San Miguel Dueñas	Sacatepéquez	-90.85678	14.53791	2317
A13	Volcán de Acatenango	San Miguel Dueñas	Sacatepéquez	-90.85258	14.54296	2198
A14	Las Granadillas	Pastores	Sacatepéquez	-90.85287	14.54297	1891
A15	Finca los Potreros, San Juan el Obispo	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.72101	14.49391	2216
A16	Finca los Potreros, San Juan el Obispo	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.72756	14.49208	2270
A17		Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.72757	14.49196	2276
A18		Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.72837	14.49046	2308
A19		Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.72905	14.49401	2238
A20		Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.7289	14.4954	2203
A21		Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.73159	14.49778	2154
A22		Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.73167	14.49778	1951
A23		Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.73071	14.51878	1729
A24	Parque Ecológico Florencia	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.67534	14.56782	1995
A25	Parque Municipal	San Lucas Sacatepéquez	Sacatepéquez	-90.656125	14.656125	2183

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Informe final

A26	Parque Ecológico Senderos de Alux	San Lucas Sacatepéquez	Sacatepéquez	-90.63691	14.61137	2144
A27	Parque Ecológico Senderos de Alux	San Lucas Sacatepéquez	Sacatepéquez	-90.63924	14.60895	2176
A28		San Lucas Sacatepéquez	Sacatepéquez	-90.71579	14.6353	2018
A29			Sacatepéquez	-90.71235	14.64178	2033
A30	Planta de tratamiento de aguas residuales	San Lucas Sacatepéquez	Sacatepéquez	-90.656729	14.605915	2055
A31	Chuyá	Santo Domingo Xenacoj	Sacatepéquez	-90.71713	14.67352	1776
A32	Chuyá	Santo Domingo Xenacoj	Sacatepéquez	-90.71484	14.67239	1791
A33	Chuyá	Santo Domingo Xenacoj	Sacatepéquez	-90.70027	14.66184	1864
A34	San José Yalú	Sumpango	Sacatepéquez			
B35	El Chato	Palencia	Guatemala	-90.39736	14.69565	1173
B36	Camino a Palencia	Palencia	Guatemala	-90.37598	14.70032	1140
B37	Camino a Palencia	Palencia	Guatemala	-90.38364	14.70299	1179
B38		Palencia	Guatemala	-90.37018	14.68447	1262
B39		Palencia	Guatemala	-90.40386	14.61067	1406
B40	Camino a los Ocotes	Palencia	Guatemala	-90.40731	14.6109	1479
B41		Palencia	Guatemala	-90.43073	14.64722	1408
B42	Parque Nacional Volcán de Pacaya	San Vicente Pacaya	Escuintla	-90.60609	14.40064	1913
B43	Mirador Majahue, Parque Nacional Volcán de Pacaya	San Vicente Pacaya	Escuintla	-90.60443	14.39804	2023
B44	La Cabaña del Hormigo, Parque Nacional Volcán de Pacaya	San Vicente Pacaya	Escuintla	-90.60252	14.39637	2135
B45	Parque Nacional Volcán de Pacaya	San Vicente Pacaya	Escuintla	-90.6016	14.39597	2153
B46	Parque Nacional Volcán de Pacaya	San Vicente Pacaya	Escuintla	-90.59935	14.39231	2240

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Informe final

B47	Cima del Volcán, Parque Nacional Volcán de Pacaya	San Vicente Pacaya	Escuintla	-90.60018	14.38989	2305
B48	Camino a Laguna Calderas, Parque Nacional Volcán de Pacaya	San Vicente Pacaya	Escuintla	-90.5991	14.40839	1863
B49	Cerro hoja de queso	Amatitlán	Guatemala	-90.58496	14.42094	2026
B50	Cerro hoja de queso	Amatitlán	Guatemala	-90.5862	14.4222	2005
B51	Cuesta chiquita	San Vicente Pacaya	Escuintla	-90.58617	14.4219	1549
B52	Cuesta chiquita	San Vicente Pacaya	Escuintla	-90.634	14.42561	1451
B53	Cuesta grande	San Vicente Pacaya	Escuintla	-90.62653	14.42729	1440
B54			Escuintla	-90.83947	14.41634	1082
B55	Finca la Reina, Comunidad la Reina, El Rodeo	Escuintla	Escuintla	-90.84196	14.43717	1338
B56	El Cangrejito, Aldea lo de Silva	Palencia	Guatemala	-90.34689	14.65555	1531
B57	Carretera a Palencia	Palencia	Guatemala	-90.36895	14.68711	1213
B58	Carretera a Palencia	Palencia	Guatemala	-90.37217	14.69668	1094
C59		San Antonio La Paz	El Progreso	-90.30462	14.784858	1002
C60		San Antonio La Paz	El Progreso	-90.30505	14.365	1028
C61	El Chorro	San Antonio La Paz	El Progreso	-90.28098	14.75322	1293
C62	Camino a San Antonio La Paz	San Antonio La Paz	El Progreso	-90.26999	14.7317	1483
C63	Santo Domingo	San Antonio La Paz	El Progreso	-90.30835	14.78222	983
C64	Prados de Cannan	San Antonio La Paz	El Progreso	-90.31865	14.73229	964
C65		San Antonio La Paz	El Progreso	-90.32319	14.72599	1003
C66		San Antonio La Paz	El Progreso	-90.29647	14.7231	1268
C67		San Antonio La Paz	El Progreso	-90.29234	14.7225	1318
C68	Camino a Agua Caliente	San Antonio La Paz	El Progreso	-90.28274	14.72009	1510
C69		San Antonio La Paz	El Progreso	-90.27957	14.7185	1571
C70		San Antonio La Paz	El Progreso	-90.27579	14.72349	1584

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Informe final

C71	Finca La Trinidad, Aldea El Carmen	San Agustín Acasaguastlán	El Progreso	-89.94732	15.05972	1612
C72	Albores, Aldea El Carmen	San Agustín Acasaguastlán	El Progreso	-89.94808	15.05458	1448
C73			El Progreso	-89.93213	14.03035	1308
C74			El Progreso	-89.9267	15.02216	1219
C75			El Progreso	-89.92412	15.01449	1124
C76			El Progreso	-89.93262	15.00467	876
C77			El Progreso	-90.03502	14.79606	1078
C78		Sansare	El Progreso	-90.02648	14.79639	1211
C79		Sansare	El Progreso	-90.02298	14.79438	1263
C80		Sansare	El Progreso	-90.01856	14.79267	1345
C81		Sansare	El Progreso	-90.01347	14.79365	1446
C82			Jalapa	-90.00627	14.78233	1573
C83	Finca las Vegas	Chuarrancho	Guatemala	-90.52804	14.75454	1404
C84	Camino a Finca las Vegas	Chuarrancho	Guatemala	-90.50987	14.74951	1237
C85	Camino a Chuarrancho	Chuarrancho	Guatemala	-90.49094	14.70084	1389
D86	Camino al Hato	San Bartolomé Milpas Altas	Sacatepéquez	-90.68035	14.59916	2114
D87	Camino al Hato	San Bartolomé Milpas Altas	Sacatepéquez	-90.69217	14.59445	2152
D88	Camino a Hobbitenango	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.69864	14.59721	2147
D89	Camino a Antigua Boreal	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.70623	14.59199	2170
D90	Camino a Antigua Boreal	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.70985	14.58753	2093
D91	Camino al Hato	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.71796	14.57684	1878
D92	Camino al Hato	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.71941	14.57489	1854
D93A	Cerro San Cristobal el Alto	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	-90.72094	14.53743	1840
D93B	Aldea la Embaulada	San Lucas Sacatepéquez	Sacatepéquez	-90.62474	14.69558	1930

Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Informe final

D94	Entrada a Cementerio las Flores, zona 7	Mixco	Guatemala	-90.59497	14.65467	1645
D95		Mixco	Guatemala	-90.60772	14.65961	1737
D96	Carreterra San Juan	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	-90.62141	14.67998	1931
D97	Hacienda San Juan	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	-90.64052	14.71025	1893
D98	Camino a Santa María de Jesús	Santa María de Jesús	Sacatepéquez	-90.62991	14.56856	1843
D99		Santa María de Jesús	Sacatepéquez	-90.70976	14.50013	2045
D100	Camino a Santo Domingo Xenacoj	Santo Domingo Xenacoj	Sacatepéquez	-90.71289	14.67705	1818
D101	Camino a Santo Domingo Xenacoj	Santo Domingo Xenacoj	Sacatepéquez	-90.69035	14.68644	1971
D102	Cabaña restaurante Hacienda de la Montaña	Santo Domingo Xenacoj	Sacatepéquez	-90.68851	14.68127	2053
D103		San Raymundo	Guatemala	-90.63704	14.77207	1561
D104	San Miguel	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	-90.63599	14.76972	1562
D105		San Juan Sacatepéquez	Guatemala	-90.694	14.72819	1773
D106		Santiago Sacatepéquez	Sacatepéquez	-90.66036	14.64011	2154
D107		Santiago Sacatepéquez	Sacatepéquez	-90.66514	14.6343	2106
D108	Aldea Puente Plátano	San Antonio La Paz	El Progreso	-90.2583	14.77299	1172
D109		San Antonio La Paz	El Progreso	-90.27167	14.77036	1247
D110		San Antonio La Paz	El Progreso	-90.27303	14.76384	1231
D111	Camino a Agua Caliente	San Antonio La Paz	El Progreso	-90.28125	14.75994	1212
D112	Carretera a Agua Caliente	Palencia	Guatemala	-90.30974	14.71193	1125
D113	Camino al Triunfo	Palencia	Guatemala	-90.33906	14.68344	1364
D114	Camin a San José Pinula	Palencia	Guatemala	-90.39455	14.60113	1553
D115		San José Pinula	Guatemala	-90.42052	14.54453	1854

D116	Hotel Hilton	San José Pinula	Guatemala	-90.48341	14.5711	1711
D117	Barranco de Marroquín	San José Pinula	Guatemala	-90.50252	14.60838	1518
E118	Cipresales, zona 3	San Bartolomé Milpas Altas	Sacatepéquez	-90.50558	14.61304	2136
E119	Pasaje Alux, Km 26	San Lucas Sacatepéquez	Sacatepéquez	-90.65042	14.60664	2105
E120	Reserva Natural Sister Maryknoll	Villa Nueva	Guatemala	-90.15798	14.80984	1395
E121	Entrada a Finca Santo Domingo los Ocotes, Km 36	San Antonio La Paz	El Progreso	-90.5607	14.58096	996
E122	Camino a la Cumbre, El Monjón	Morazán	El Progreso	-90.30645	14.77586	1073
E123	Finca Cerro Gordo	Morazán	El Progreso	-90.22032	14.95124	1081
E124		Morazán	El Progreso	-90.21899	14.94647	1070
E125	Camino hacia la Cumbre, Km 115	Morazán	El Progreso	-90.21902	14.94065	1038
E126		Morazán	El Progreso	-90.21909	14.94068	938

Anexo 2. Árboles asociados a los bosques de encino obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso

Pregunta	Opciones	Proporciones
¿Qué otras especies de árboles o plantas crecen cerca de los encinos?	Pino	1
	Madrón o cacho de venado	0.8
	Ilamo o aliso	0.64
	Mano de león	0.64
	Ciprés	0.64
	Liquidambar	0.32
	Aguacatillo	0.32
	Guachipilin	0.32
	Cerezo	0.32
	Nance	0.16
	Guarumo	0.16
	Cajeto	0.16
	Palo de moco	0.16
Canac	0.16	

Laurel	0.16
Taxiscob	0.16

Anexo 3. Animales que comen frutos de encino obtenidas en el taller etnobotánico por los pobladores de los departamentos de Sacatepéquez y El Progreso

Pregunta	Opciones	Proporciones
¿Hay animales que se comen frutos de los encinos? ¿Cuáles son?	Ardillas	1
	Carpinteros	0.64
	Tepezcuintle	0.32
	Ratas	0.16
	Chejes	0.16
	Insectos	0.16
	Pizote	0.16
	Zaraguate	0.16
	Danto	0.16
	Gusano barrenador	0.16
	Gorgojo	0.16
	Iguana	0.16
	Paloma - torcasa	0.16

Anexo 4. Taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de encinos”.
Sacatepéquez, Guatemala.



Anexo 5. Listado de asistencia al taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de encinos”. Sacatepéquez, Guatemala.

ID	Nombre	Lugar de nacimiento	Grupo étnico con el cual usted se identifica	Edad	Tiempo de vivir acá
101	Dulce Mejía	Guatemala.	Ladina.	36	—
102	Luis Aguilar	Totonicapán	Maya	26	2 años.
103	Josue Aycalán	Sololá.	Maya	32	—
104	WALTER MORALES	TECPAN G.	MAYA	30	30 años
105	Ronald Cari	TECPAN G.	Maya	30	3 años
106	MIRIAM DE LEÓN	CHANTOJA G.	LADINA	28	2 años
ID	Nombre	Lugar de nacimiento	Grupo étnico con el cual usted se identifica	Edad	Tiempo de vivir acá
201	Magnolia Pascual	Huehuetenango	Maya	24	2 meses
202	Miguel Ángel Ajozal Chanay	Santa Apolonia	Maya	25	8 años.
203	Julian Méndez	Antigua G.	Maya	29	29 años
204	German Méndez	Huehuetenango	Mestizo	60	—
205	Adolfo Simon Castro	TECPAN GUATEMALA	Maya	39	39 años
206	Hugo Rolando Nicolar Gaudin	Chimaltenango, Chimaltenango	Mestizo	28	28 años
207	Mario Salguero G.	Asunción Mita Tutuapa	Mestizo	59	59 años
ID	Nombre	Lugar de nacimiento	Grupo étnico con el cual usted se identifica	Edad	Tiempo de vivir acá
301	Damián Quino Cordero	TECPAN G.	Kaqchikel	60	60
302	Carlos Humberto Corominal	San Martín Jil	maya	24	24
303	Elena Cumes Macaris	TECPAN G.	Kaqchikel	55	55.
304	Adelaida Yuvini Morales Tomás	Huehuetenango	No maya	22	3
305	Edgar Adolfo Casas Sanic	TECPAN G.	Kaqchikel	33	33
306	Eduardo Ochoa Turiso	U.S.M. Comalapa	Kaqchikel	53	53.
ID	Nombre	Lugar de nacimiento	Grupo étnico con el cual usted se identifica	Edad	Tiempo de vivir acá
401	Angel Enrique Tom Castro	Chimaltenango	maya	24	24
402	Cynthia Herrera	Chimaltenango	mestizo	36	4 años
403	DAVID CHANAY	St. Apolonia	maya	33	58 años
404	José Luis Iquique	Chimaltenango	Cakchiquel	44	
405	Carlos Daniel Felipe Yucé	Chimaltenango	Cakchiquel	26	26 años
*406	José Chizuito.	Sumpango	Cakchiquel.	60	60.
407	Juan José Mejía Pablo	Chimaltenango	Kaqchikel.	58 años	58 años.

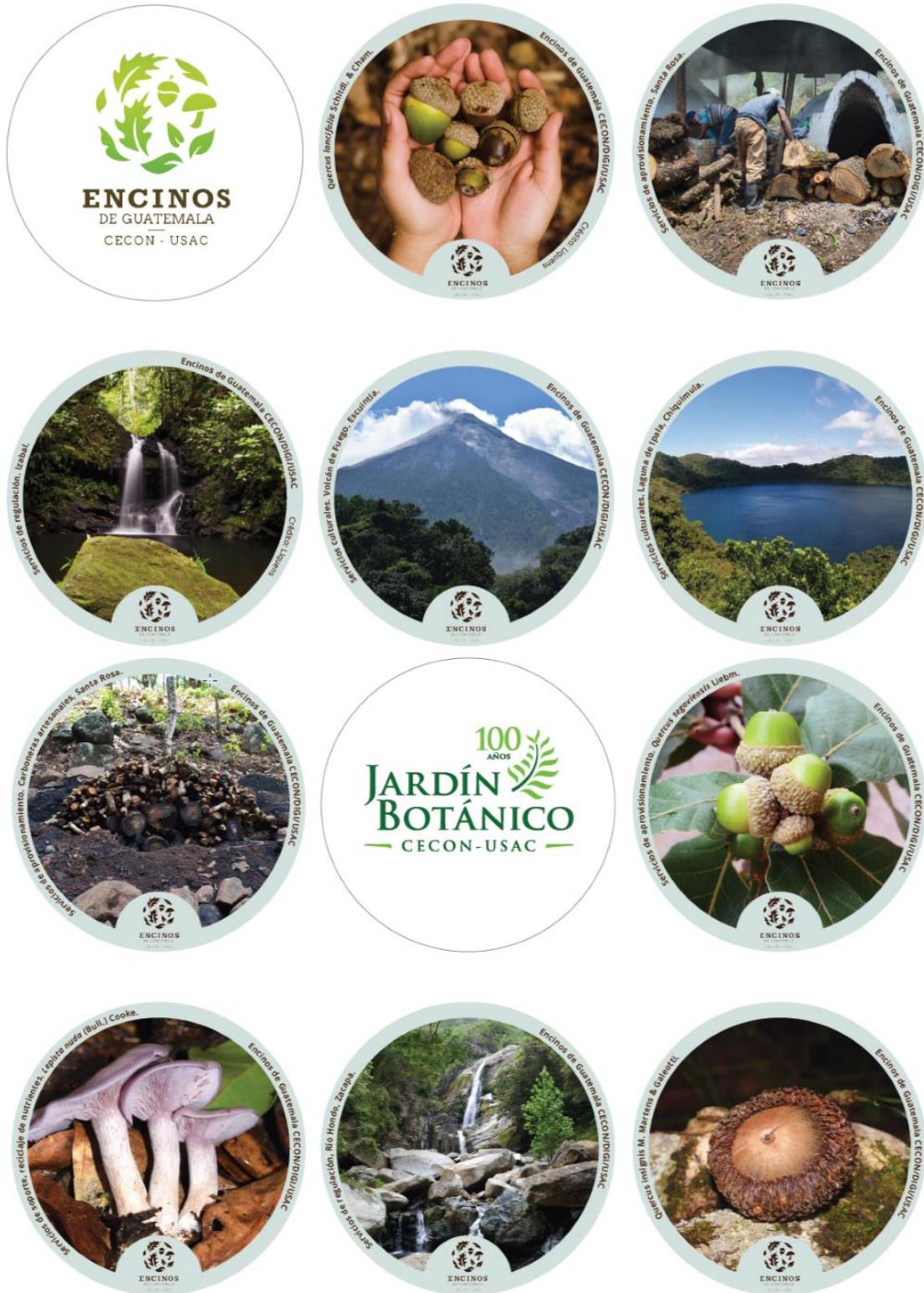
Anexo 6. Taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de encinos”. El Progreso, Guatemala.



Anexo 7. Listado de asistencia al taller etnobotánico “Evaluación del conocimiento tradicional de encinos”. El Progreso, Guatemala.

ID	Nombre	Lugar de nacimiento	Grupo étnico con el cual usted se identifica	Sexo		Edad
				M	F	
101	José Eduardo Castro Ventura	San Cruz Quiché	Ladino	X		24
102	Angel Francisco Uman Velazquez	San Juanito B. Verapaz	Ladino	X		24
103	José Anibal Salazar De León	Ciudad Capital	Ladino	X		23
104	Franz Sabarrias Román	Salama B.U.	Ladino	X		36
105	Marvin Ordoñez	Salama B.U.	Mixto	X		26
106	Ruben González	San Juanito B.U.	Ladino	X		27
ID	Nombre	Lugar de nacimiento	Grupo étnico con el cual usted se identifica	Sexo		Edad
				M	F	
201	Sauro Vargas Morales	San Agustín AC.	Ladino	X		42
202	Alex Rodolfo Méndez	San Agustín AC.	Ladino	X		26
203	José Roberto García Tot	Panulha B.V.	Mestizo	X		28
204	Mélar Misael Pérez Texep	Atchankunungo	Mestizo	X		26
205	Erick Alberto Cahvec	Panulha B.V.	Maya	X		28
206	Oscar René Flevarquez	Salama B.V.	Ladino	X		50
207	Cristian Francisco López	Panulha B.V.	Maya	X		19
208	Eduardo Mejía	Guatemala	Mestizo	X		50
209						

Anexo 8. Material divulgativo. Calcomanías de Encinos de Guatemala.



Anexo 9.

Material divulgativo. Calendario 2020, Servicios Ecosistémicos.



COMUNIDAD LA FERIA, PARQUE DE FERIA, GUATEMALA

CALENDARIO 2020

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los servicios ecosistémicos se definen como los múltiples beneficios que recibimos como seres humanos de la naturaleza. Estos beneficios pueden considerarse directos como el aprovisionamiento de agua y alimentos e indirectos como la fertilización que permite la producción de oxígeno y la regulación del clima. Los bosques asociados a espacios de anclaje en Guatemala proveen a la sociedad muchos de estos servicios, entre los cuales se pueden mencionar servicios que se reportan como la producción primaria y recolección de nutrientes, servicios de aprovisionamiento como alimento o leña, servicios culturales como la belleza escénica y recreación; por último, servicios de regulación como la purificación del agua y prevención de desastres.

Por tanto, conocer la diversidad de espacios de anclaje en los bosques de Guatemala, permitirá asegurar la provisión de estos servicios por muchos años.




Reservio de la zona de FERIA, GUATEMALA

ENERO 2020

Producción primaria

Los bosques de anclaje crean sus ecosistemas con una alta tasa fotosintética, produciendo una gran cantidad de oxígeno y biomasa. Esto atrae a los árboles de sucesos a medida que pueden alcanzar hasta 20 m de altura, además, que albergan insectos reportados como hormigas, arañas y polichos, permitiendo tener un ambiente saludable para la población ganaderil.

DICIEMBRE 2019							D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7							
8	9	10	11	12	13	14				1	2	3	4
15	16	17	18	19	20	21							
22	23	24	25	26	27	28							
29	30	31					5	6	7	8	9	10	11
ENERO 2020													
1	2	3	4	5	6	7	12	13	14	15	16	17	18
8	9	10	11	12	13	14							
15	16	17	18	19	20	21	19	20	21	22	23	24	25
22	23	24	25	26	27	28							
29	30	31					26	27	28	29	30	31	



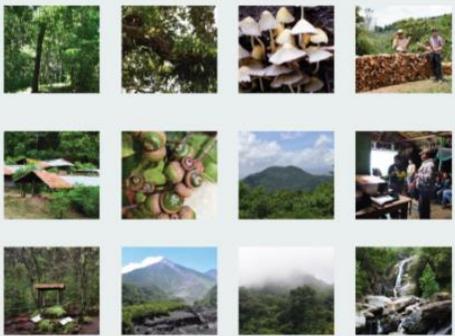

RESERVA DE GUATEMALA, ZONA DE FERIA, GUATEMALA

JUNIO 2020

ALIMENTO

Los bosques de anclaje y trabajo proveen de alimentos (hongos y frutos) a los animales y consumidores humanos vivos cerca de ellos, siendo parte de la cultura gastronómica para mucha de ellos. En Guatemala, se estima que existen más ochenta especies de hongos comestibles, y la mayoría se encuentran asociados a bosques de anclaje.

MAYO 2020							D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7							
8	9	10	11	12	13	14							
15	16	17	18	19	20	21							
22	23	24	25	26	27	28							
29	30	31					7	8	9	10	11	12	13
JUNIO 2020													
1	2	3	4	5	6	7	14	15	16	17	18	19	20
8	9	10	11	12	13	14							
15	16	17	18	19	20	21	21	22	23	24	25	26	27
22	23	24	25	26	27	28							
29	30	31					28	29	30				

Fotografía Etnobotánica de Guatemala, Proyecto DGI 2016-2019.

CALENDARIO 2020

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

HERBARIO USCCG

Avenida Reforma 0-43 z 10 Fax: 2334-7646
Teléfono: +502 2331-0904 Email: herbario.usccg@usac.edu.gt
+502 2334-7642 herbario.usccg@gmail.com



Anexo 10. Visita del Doctor Andrés Torres Miranda, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Experto en el análisis biogeográfico de los encinos rojos en México y América Central.





Taller Introducción al análisis espacial de la biodiversidad

Impartido por: **Dr. César Andrés Torres-Miranda** de la Universidad Autónoma de México, experto en el análisis biogeográfico de los encinos rojos en México y América Central
Lugar: Museo de Historia Natural, Calle Mariscal Cruz 1-56 zona 10

Días: Del 24 al 26 de abril de 2019

Hora: 8:00 a 17:00 hrs (26 de abril de 8:00 a 12:00 hrs)

"Id y enseñad a todos"

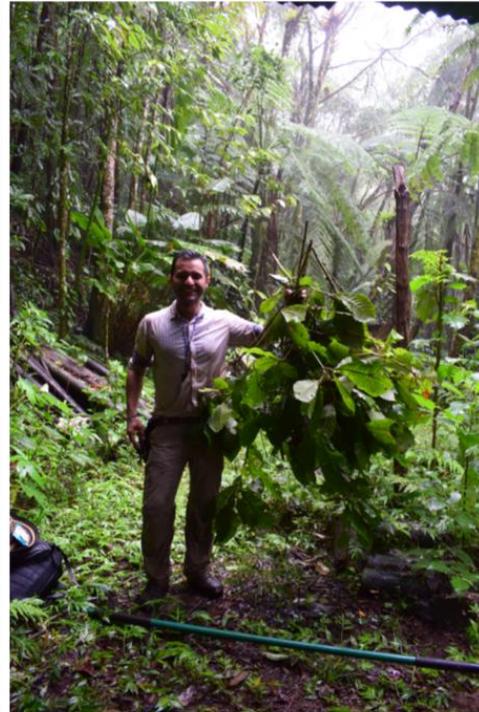









Anexo 11. Visita del Doctor Hernando Hernández Correa. Investigador de la ENES-UNAM en Morelia, México. Apoyo en la colecta de *Quercus insignis* M. Martens & Galeotti.



Anexo 12. Boleta para colecta de datos etnobotánicos en talleres con las comunidades.



GUÍA DE ENTREVISTA PARA EVALUAR EL CONOCIMIENTO TRADICIONAL DE ENCINOS Y HONGOS ASOCIADOS

01. CONOCIMIENTO DE ENCINOS O ROBLES

- 0101 ¿Cuántas personas conocen los árboles de encino o roble?
SI _____
NO _____
- 0102 ¿Cómo distingue los encinos de otros árboles?
Hojas _____
Corteza _____
Raíz _____
Fruto _____
Otros _____
- 0103 ¿Qué tipos de encinos o robles conoce? ¿Cómo les llaman ustedes?
- 0104 ¿Cómo se diferencia cada tipo de encino?
- 0105 ¿Los encinos de este lugar botan las hojas?
Si su respuesta es si:
¿En qué fecha botan las hojas los encinos?
0106 ¿En qué fecha sacan de nuevo las hojas?
0107 ¿En qué época del año producen semillas cada tipo de encino?
0108 ¿Cuántos años tarda el encino en crecer y dar semilla?
0109 ¿Hay animales que se comen frutos de los encinos? ¿Cuáles son?
0110 ¿Qué variedad o tipo de encino piensa que tiene más riesgo de desaparecer o qué se acabe? ¿por qué?

PROYECTO DIGI 4.47 Diversidad de encinos en Guatemala. Fase V. 2019



0213	Cantidad de ramas utilizadas	
0214	¿En qué época del año se vende la leña?	
0215	¿Dónde venden la leña?	
0216	Precios	
0217	¿Quiénes colectan la leña? (hombres o mujeres)	

02. CARBÓN

Código	Pregunta	Respuesta
0221	¿Cómo se seleccionan los árboles que sirven para carbón?	
0222	¿Cómo venden el producto? (Costal, Quintal, Bolsas por Lb, Calidad)	
0223	Cantidad de árboles utilizados por horno	
0224	Descripción del proceso (No. De días en horno, días para enfriarse, y días para preparar los costales)	
0225	¿Cuánto carbón produce un horno?	
0226	¿En qué época del año se vende el carbón?	

PROYECTO DIGI 4.47 Diversidad de encinos en Guatemala. Fase V. 2019



0111 ¿Qué otras especies de árboles o plantas crecen cerca de los encinos?

0112 ¿Usted cree que los bosques de encino están en peligro?
Si _____
No _____
¿Por qué?

0113 ¿Ha visto un cambio en la época en la que producen semillas con respecto a otros años?

0114 ¿Cómo podrían protegerse mejor los bosques de encino?

03. IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA DE ENCINOS O ROBLES

0201 ¿Qué beneficios le brindan los encinos a las personas?

0202 ¿Para qué se utilizan las diferentes variedades de encino?

Tipo de encino	Carbón	Construcción	Leña	Otros

03. LEÑA

Código	Pregunta	Respuesta
0211	¿Cómo seleccionan los árboles que sirven para leña?	
0212	¿Cómo venden el producto? (Carga, media carga, Tarea, docena)	

PROYECTO DIGI 4.47 Diversidad de encinos en Guatemala. Fase V. 2019



0227	¿Dónde venden el carbón?	
0228	Precios	
0229	¿Quiénes producen el carbón? (hombres o mujeres)	

03. OTROS

Código	Pregunta	Respuesta
0231	Selección de árboles	
0232	Productos	
0233	Cantidad de ramas o árboles utilizadas	
0234	Época de comercialización	
0235	Lugar de comercialización	
0236	Precios	

Contratados por contraparte y colaboradores

Nombre	Firma
Alicia Maríasol Díaz Reyes	

Contratados por la Dirección General de Investigación

Nombre	Categoría	Registro de Personal	Pago		Firma
			SI	NO	
Lourdes del Rosario Rodas Duarte	Coordinadora	20090184	X		
Maura Liseth Quezada Aguilar	Investigadora	20020158		X	
Andrea Azucena Marroquín Tintí	Auxiliar de investigación II	20150342	X		

Guatemala, 28 de noviembre de 2019.

Lourdes del Rosario Rodas Duarte
Coordinadora
Proyecto de Investigación

Ing. Agr. Julio Rufino Salazar
Programa Universitario de Investigación

Ing. Agr. Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas